

4•2004

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

ЕСТЬ РАДИОСВЯЗЬ!

- Стереофоническое вещание в телевидении
- УМЗЧ с комплементарными полевыми транзисторами
- Электронный справочник полупроводниковых приборов
- Симисторные регуляторы мощности
- Компьютерное моделирование антенн
- Как продлить "жизнь" Ni-MH аккумуляторных батарей в сотовых телефонах

...и еще 26 конструкций

БОРТ МКС –

"Самые добрые пожелания читателям журнала!"
Александр Калери
борт МКС

– РЕДАКЦИЯ

ISSN-0033-765X

4
2004

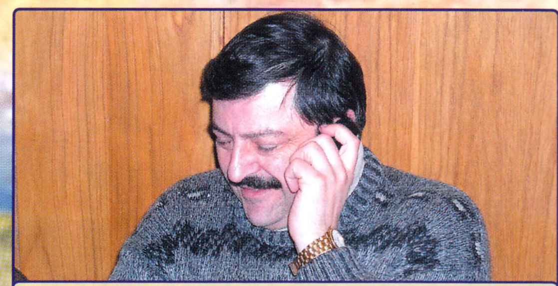
Радиолюбительство на МКС — новый этап

При подготовке к печати апрельского номера журнала возникла идея провести в редакции встречу с космонавтами — радиолюбителями, поговорить о том, как шло и как идет сегодня радиолюбительское освоение космоса. Сергей Самбуров (RV3DR), который координирует и развивает радиолюбительскую деятельность на Международной космической станции (как это он когда-то делал на орбитальном комплексе "Мир") и которого редакция попросила помочь в организации этой встречи, сразу предложил "сочетать приятное с полезным". Дело в том, что в январе на МКС была установлена новая аппаратура для любительской радиосвязи и было необходимо провести контрольную радиосвязь с Землей для формального введения нового комплекса в эксплуатацию. Сергей предложил сделать это на базе любительской радиостанции редакции R3R.

И вот 2 февраля в редакцию приехали Муса Манаров (U2MIR) и Сергей Крикалев (U5MIR) — два космонавта, внесшие самый большой вклад в развитие любительской радиосвязи в пилотируемой космонавтике. Во встрече также приняли участие представители московской фирмы "Бермос", которая обеспечила МКС новым комплексом для любительской радиосвязи.

Контрольная радиосвязь Земля — Международная космическая станция прошла успешно. С борта МКС на испытываемой радиостанции работал, естественно, Александр Калери (U8MIR), а на редакционной радиостанции — Муса и Сергей. После этой радиосвязи разговор о радиолюбительстве и космосе продолжился за редакционным "круглым столом". Вскоре к этой беседе подключился и Александр Калери — позвонил в редакцию с орбиты по телефону.

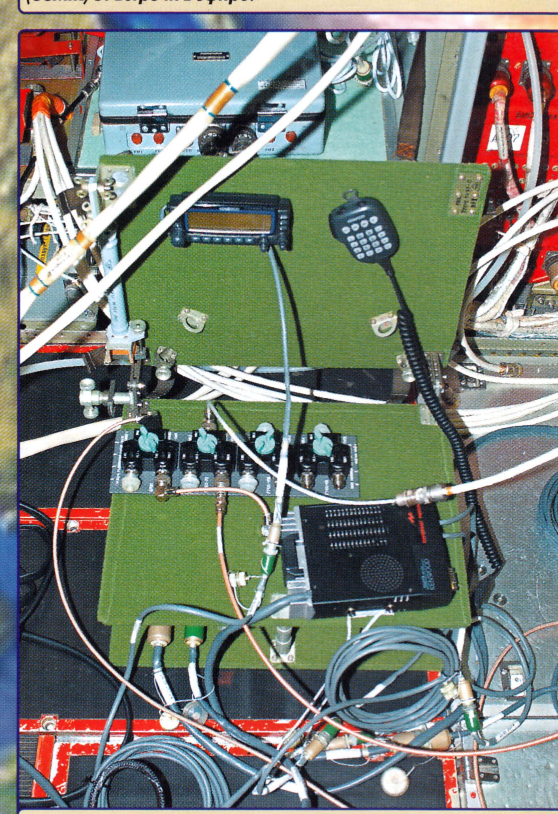
А для рассказа о современной бортовой аппаратуре МКС слово предоставляется Сергею Самбурову (см. статью на с. 4).



Телефонный звонок с орбиты в редакцию. Муса Манаров (U2MIR) обменивается впечатлениями с Александром Калери (U8MIR) от встречи в эфире.



Во время полетов на "Мире" и МКС было немало и забавных случаев, о которых с удовольствием космонавты вспоминали на встрече в редакции.



Для размещения нового бортового радиолюбительского комплекса МКС разработан специальный раскладной столик (фото наземного комплекта).



Сергей Самбуров (RV3DR) и представители NASA Франк Бауэр (KA3HDO) и Лу МакФадин (W5DID) на наземных испытаниях комплекса.



Любительской связи космонавты учатся на Земле. Слева направо: Сергей Самбуров (RV3DR), Александр Калери (U8MIR) и Майк Фоуэл (KB5UAC).

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. В феврале была проведена радиосвязь Международная космическая станция — редакция. С борта МКС работал космонавт Александр Калери (фото вверху), а на любительской радиостанции редакции — космонавт Сергей Крикалев (фото внизу). Рассказ читайте на 2-й с. обложки и на с. 4.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

МИНИМИЗАЦИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ В ЛАМПОВОМ УСИЛИТЕЛЕ
ВХОДНОЙ МОДУЛЬ МИКШЕРНОГО ПУЛЬТА
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО
ЭКОНОМИЧНЫЙ ТАЙМЕР
СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТЫ КВ ТРАНСИВЕРА

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 04.03.2004 г.

Издается с 1924 года
РАДИО®
4•2004
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
"Радиолюбитель"–"Радиофронт"–"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (095) 207-31-18. Факс: (095) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (095) 207-08-48
Отдел рекламы — (095) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (095) 207-77-28
Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.03.2004 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ИД «Медиа-Пресса», 125993, ГСП-3, Москва, А-40, ул. «Правды», 24. Зак. 40817.

12 апреля — День космонавтики

Радиолюбительство на МКС — новый этап

Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королев Московской обл.

Сегодня телекоммуникационные возможности экипажей Международной космической станции заметно расширились и стали приближаться к "земным". У них появился телефон, с которого можно позвонить по любому наземному номеру. Теперь есть возможность посылать и получать электронные сообщения, в том числе и цифровые фотографии. Да и возможности служебной связи на МКС также расширились по сравнению с орбитальным комплексом "Мир". Но значимость любительского канала связи для экипажей МКС сохранилась. Конечно, не все члены экипажей активные радиолюбители, а МКС — это не клубная любительская радиостанция, а сложный научный космический комплекс, находящийся вне Земли. Но большинство российских космонавтов и астронавтов других стран активны в радиолюбительском эфире вот уже третий год, давая радиолюбителям-землянам установить прямую связь с космическим экипажем.

В конце 2003 г. стал реальностью второй этап развития радиолюбительского проекта — создание системы "Спутник-СМ". На борт МКС была доставлена новая аппаратура связи, получившая название "Фаза-2". Она не только более совершенна, но и была специально модернизирована для использования в космическом полете. Аппаратура подсистемы "SAREX-2m" ("Фаза-1") располагалась в Функционально-грузовом модуле, где экипаж проводит незначительную часть времени. Теперь же аппаратура смонтирована экипажем МКС-8 в Служебном модуле Российского сегмента МКС, в котором экипаж проводит основную часть времени и, что особенно важно, часы сна, еды, занятий физическими упражнениями и отдыха.

Антенные системы любительской радиосвязи были также разработаны для установки на внешнюю поверхность Служебного модуля (более подробно см. "Радио" № 4 за 2001 г. и № 4 за 2003 г.). Для этого потребовались значительные усилия двух экипажей (МКС-4 и МКС-5), которые в течение трех выходов установили на торцевой части модуля четыре антенные системы.

Надо отметить, что экипаж МКС-4 не только установил радиолюбительские УКВ и КВ антенны, но и выполнил операции по запуску радиолюбительского молодежного спутника RS-21 ("Колибри").

В разработке системы установки антенных систем во время выхода, предполетных тренировок экипажей в бассейне гидроневесомости, написании бортовой документации очень помогли сотрудники отдела внекорабельной деятельности Олег Артемьев, Евгений Лохин и их руководитель космонавт Александр Полещук (RK3DP), а также сотрудник группы проектирования радиолюбительской системы Павел Кумпан.

При создании нового комплекса для радиолюбительской связи были учтены и опыт эксплуатации в течение 15 лет радиолюбительского оборудования на станции "Мир", замечания и предложения 26 основных экипажей и экипажей посещения, высказанные ими при подготовке, в ходе выполнения полетов и при послеполетном их анализе. В качестве базовой УКВ радиостанции была выбрана двухдиапазонная (144/430 МГц) радиостанция TM-D700 фирмы KENWOOD. Две радиостанции TM D733 и TM-D7E этой фирмы хорошо себя зарекомендовали, успешно проработав на орбитальном комплексе "Мир" на протяжении нескольких лет. Установка всех этих радиостанций была осуществлена с помощью московской фирмы "БЕРМОС". Специалисты этой фирмы Сергей Берендеев, Геннадий Хейфиц, Андрей Борщев и Сергей Пугачев оказали существенную помощь в получении и модернизации радиостанции, а также их программного обеспечения. Они провели специальные работы по их подготовке к использованию на борту МКС. Для радиолюбительского оборудования был разработан специальный столик фиксации, на котором размещается все входящее в новый комплекс оборудование.

В настоящее время на нем уже установлены радиостанция, два мощных преобразователя питания (преобразуют бортовое питание 28 В постоянное напряжение 12 В с максимальным током потребления до 15 ампер).



Установка радиолюбительской антенны на внешней поверхности МКС

Экипаж МКС-8 в декабре 2003 г. смонтировал столик фиксации, закрепил радиолюбительское оборудование, присоединил кабели связи и питания и внешнюю антенну. Оборудование было размещено на потолке Служебного модуля недалеко от обеденного стола, и что поразительно, приблизительно в том же месте, где располагалось радиолюбительское оборудование на орбитальном комплексе "Мир". Существенное отличие новой системы любительской радиосвязи заключается в том, что микрофон и миниатюрную панель управления радиостанции экипаж может теперь закреплять в любом месте Служебного модуля, так как они подсоединены к радиостанции специально разработанными кабелями длиною около 5 метров. Теперь члены экипажа могут проводить радиосвязи из своей каюты или находясь за обеденным столом, на беговой дорожке, на велоэргометре и т. п.

Радиостанция может работать на прием в полосах частот 118...136 FM/AM и в FM 136...300, 400...512, 800...1300 МГц. В ее памяти сохраняются рабочие частоты корреспондентов и относящиеся к ним данные, в частности, для голосовых переговоров, для голосовых переговоров с использованием двух диапазонов и репитера, для режимов APRS/Packet/BBS, для пакетного режима с использованием компьютера, для аварийной связи и для пакетного режима на скорости 9600. При голосовой связи пакетный маяк и диджипитер выключены.

Радиостанция имеет встроенный пакетный контроллер TNC с почтовым ящиком в 64 К. Все сообщения и их заголовки можно писать по-русски. Параметры пакетного контроллера были адаптированы к условиям космического полета и "перепрошиты" в ПЗУ. Экипажу теперь не требуется устанавливать позывной (RS0ISS, RS0ISS-1) и другие параметры.

В ноябре 2003 г. в РКК "Энергия" вместе с представителями NASA были успешно проведены испытания новой бортовой аппаратуры. Это оборудование уникально и было создано всего в двух комплектах. Один из них после проведения испытаний был отправлен на грузовом корабле "Прогресс" на борт МКС, а на втором комплекте в РКК "Энергия" проводятся тренировки экипажей.



В преддверии дня Защитника Отечества делегация журнала "Радио" посетила подшефный батальон связи ОДОН им. Дзержинского, поздравила военнослужащих с праздником и вручила подарок — цветной телевизор "Скарлетт".

***На фото** (слева направо): заместитель генерального директора ЗАО "Журнал "Радио" Анатолий Коськин, майор Андрей Бородин, представитель ООО "Скарлетт Компани" Владимир Меркулов и капитан Михаил Янович рядом с подарком.*

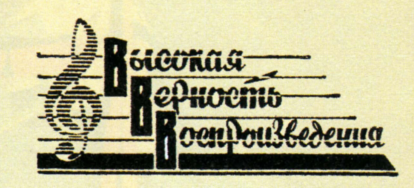
Уважаемые читатели и участники конференций сайта http://www.radio.ru

В связи с увеличением в ящиках нашего почтового сервера неконтролируемого спама при обращении в редакцию через электронную почту (e-mail) убедительно просим в строке письма **"Тема"** (**"Subj"**) указывать номер интересующего журнала или обозначить тему затрагиваемых интересов. Без таких сведений возможна потеря писем.



УСИЛИТЕЛЬ НЧ

В. Иванов



Рубрика "Высокая верность воспроизведения" появилась в "Радио" № 11, 1958 г. и была открыта статьей И. Е. Горона "О заметности искажений". В публикациях под этой рубрикой рассматривались вопросы проектирования и конструирования бытовой электроакустической аппаратуры. Ряд статей был посвящен электродинамическим и электростатическим громкоговорителям, ионофонам, вариантам их акустического оформления. В последующие годы на страницах журнала были представлены десятки схем и конструкций ламповых и транзисторных усилителей низкой частоты, а также системы многоканальной звукопередачи. Материалы этой рубрики дополнялись интересными переводами из зарубежных журналов по этой тематике, описанием приборов и методик измерения параметров электроакустического тракта. Предлагаемая в этом номере статья В. Иванова была одной из первых в этом ряду интересных публикаций.

Авторы лучших статей в современной рубрике "Звукотехника" и теперь продолжают традиции этого движения. Стремительное развитие новых технологий повышает достоверность звуковоспроизведения в кино, мультимедиа, радиовещании и звукозаписи на новую ступень: стереофоническая (особенно бифоническая) и многоканальные системы звукопередачи позволяют буквально окунуться в акустическую атмосферу звуковых образов.

Издается с 1924 года. Журналу «Радио» 80 лет

РЕТРО

Одним из основных элементов любой звукопроизводящей установки является электродинамический громкоговоритель. Как известно, звуковая катушка громкоговорителя вместе с диффузором и системой подвески представляет собой электромеханическую колебательную систему, имеющую собственную резонансную частоту. Наличие резонанса, особенно в области низших частот, значительно ухудшает качество воспроизведения звука, так как на резонансной частоте отдача громкоговорителя резко возрастает и частотная характеристика излучения по звуковому давлению становиться неравномерной. На слух это проявляется в виде неприятного «бубнения». Кроме того, входное сопротивление громкоговорителя зависит от частоты, что приводит к рассогласованию лампы и нагрузки и увеличению искажений. Особенно резко возрастает входное сопротивление на резонансной частоте. Вредное влияние резонанса громкоговорителя стараются уменьшить как акустическими (правильный выбор объема ящика), так и электрическими мерами, например применением комбинации отрицательной обратной связи по напряжению и положительной обратной связи по току.

Ослабление резонансных свойств громкоговорителя в данном случае можно объяснить следующим образом: на резонансной частоте входное сопротивление громкоговорителя возрастает, что приводит к увеличению напряжения отрицательной обратной связи и уменьшению напряжения положительной обратной связи, и имеется тенденция к поддержанию усиления на прежнем уровне.

Применение комбинированной обратной связи позволяет значительно улучшить качество звучания и расширить частотную характеристику, особенно в области низших частот.

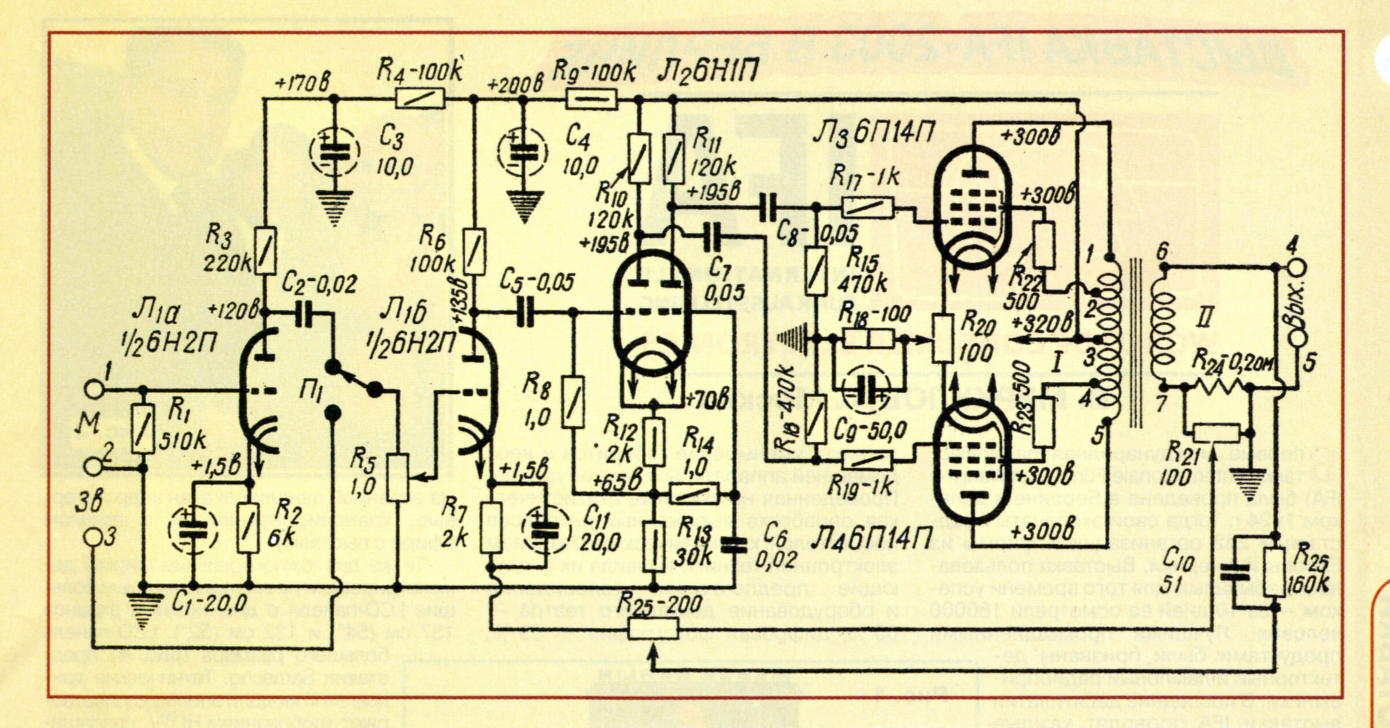
На рисунке приведена принципиальная схема усилителя НЧ, в котором применена описанная выше комбинированная обратная связь.

Отрицательная обратная связь подается со вторичной обмотки выходного трансформатора, а положительная обратная связь с сопротивления R_{24}, включенного последовательно с звуковой катушкой громкоговорителя. Элементы связи подобраны так, что отрицательная обратная связь всегда более глубока, чем положительная, это обеспечивает устойчивую работу усилителя.

Усилитель имеет два входа: напряжение со звукоснимателя или детектора радиоприемника подается на сетку предварительного усилителя НЧ, выполненного на правом по схеме триоде лампы $Л_1$, через переключатель рода работ $П_1$ и общий регулятор громкости. Для работы с динамическим микрофоном имеется дополнительный каскад усиления, выполненный на левом по схеме триоде лампы 6Н2П. Усиленное напряжение звуковой частоты с сопротивления нагрузки R_6 лампы $Л_{16}$ поступает на вход фазоинверсного каскада. Фазоинвертор выполнен по схеме с катодной связью. В общей катодной цепи лампы $Л_2$ включено 2 сопротивления: R_{12} для создания необходимого отрицательного смещения на сетке лампы $Л_2$ и сопротивление R_{13}, являющееся элементом связи между каскадами фазоинвертора. Сопротивление R_{14} служит сопротивлением утечки сетки, а конденсатор C_6 заземляет сетку правого триода лампы $Л_2$ по переменному току. Выходной каскад усилителя выполнен по ультралинейной схеме на лампах типа 6П14П. Потенциометр R_{20} служит для балансировки плечей выходного каскада по постоянному току. Неравенство постоянных составляющих анодных токов выходных ламп уменьшает индуктивность первичной обмотки выходного трансформатора и часто бывает причиной искажений, особенно в области низших частот. В цепи управляющих сеток ламп $Л_3$ и $Л_4$ включены антипаразитные сопротивления R_{17} и R_{19}.

Со вторичной обмотки выходного трансформатора в цепь катода лампы $Л_{16}$ подается напряжение положительной обратной связи по току (с параллельно включенных сопротивлений R_{24} и R_{21}) и отрицательной обратной связи по напряжению (с незаземленного конца вторичной обмотки). Для подбора оптимального демпфирования громкоговорителя обратная связь (а следовательно и выходное сопротивление громкоговорителя) выполнена регулируемой. Для этого оси потенциометров R_{21} и R_{25} объединены механически. При увеличении





положительной обратной связи (движок потенциометра R_{21} перемещают справа налево по схеме) отрицательная обратная связь также должна увеличиваться (движок потенциометра R_{25} должен двигаться также справа налево).

Для питания усилителя можно применить любой выпрямитель, дающий напряжение 250—320 *в* при токе до 100 *ма*.

Усилитель собирается на шасси, изготовленном из алюминия или мягкой листовой стали. Верхняя панель его — 210×120 *мм*. На ней укрепляются лампы, все электролитические конденсаторы, сопротивление R_{20} и выходной трансформатор. На передней панели размером 120×60 *мм* располагаются: регулятор громкости R_5, гнезда 1, 2 и 3 для включения микрофона и звукоснимателя, переключатель $П_1$ и сопротивления R_{21} и R_{25}, объединенные на одной оси. На задней панели расположена вилка шестиконтактного разъема для подключения питания и громкоговорителя. Переменное сопротивление R_{20} укреплено с нижней стороны панели между лампами $Л_3$ и $Л_4$. Ручка его выведена наружу.

Монтаж производится мягким изолированным проводом типа ПМВГ. Все соединительные провода и мелкие детали (сопротивления, конденсаторы) располагаются при монтаже по возможности ближе к шасси. Для входных цепей используется экранированный провод МГББЛЭ. Особое внимание нужно обратить на экранировку гнезд 1 и 2 для подключения микрофона, а также провода, соединяющего гнездо 1 с сеткой триода $Л_{1а}$.

После сборки усилителя нужно еще раз внимательно проверить все монтажные соединения и соответствие их со схемой. Перед включением усилителя ручку переменного сопротивления R_5 следует поставить в положение минимальной громкости, а сопротивлений R_{21} и R_{25} — в положение минимальной глубины обратной связи (этому соответствуют крайние, правые по схеме, положения движков). Входные клеммы 1 и 2 следует замкнуть перемычкой. Только после этого можно вставить лампы и подключить к усилителю громкоговоритель и питание.

Обычно проверку усилителя начинают при работе от звукоснимателя Убедившись, что усилитель работает и обладает значительным запасом громкости, ручку R_5 возвращают в положение минимальной громкости и проверяют с помощью высокоомного вольтметра режимы ламп.

Далее производят симметрирование плеч выходного каскада. Для этого конденсатор C_8 отпаивают от сопротивления R_{11} и присоединяют к сопротивлению R_{10}. Прослушивая работу усилителя от звукоснимателя, устанавливают ручку переменного сопротивления R_{20} в положение минимальной громкости. Затем восстанавливают схему и, прослушивая работу усилителя, поворачивают ручку переменных сопротивлений R_{21} и R_{25} до положения максимальной глубины обратных связей.

При наличии временной перемычки на сопротивлении R_{21} вращение ручки сопротивления R_{25} в значительной мере изменяет громкость звучания. Если вместо этого наблюдается самовозбуждение усилителя, то нужно поменять местами концы вторичной обмотки выходного трансформатора. После проверки работы регулятора глубины отрицательной обратной связи (R_{25}) снимают перемычку с сопротивления R_{21} и подбором сопротивления R_{24} устанавливают нужные пределы регулировки глубины положительной обратной связи.

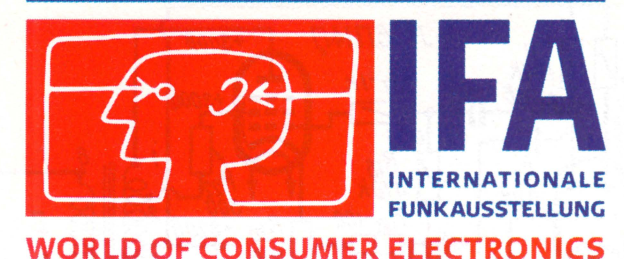
Наибольшая величина положительной обратной связи соответствует крайнему левому на схеме положению движка потенциометра R_{21}. Если в этом положении разорвать цепь отрицательной обратной связи (например, отпаять провод от среднего лепестка сопротивления R_{25}), то усилитель должен работать в режиме близком к самовозбуждению, но не возбуждаться.

Выходной трансформатор собран из пластин Ш-25,толщина набора 40 *мм*. Каркас трансформатора разделяют картонной перегородкой на две равные части и в одной из них располагают секции 1—2 и 2—3, а в другой секции 3—4 и 4—5 первичной обмотки. Секции 1—2 и 4—5 содержат по 1100 витков, а 2—3 и 3—4 по 400 витков провода ПЭЛ 0,18.

После намотки первичной обмотки излишки перегородки срезаются, накладывается изоляция (два слоя лакоткани) и сверху наматывается вторичная обмотка (выводы 6—7), имеющая 82 витка провода ПЭЛ 0,86. Эта обмотка рассчитана на громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки 6 *ом*.

РЕТРО

ВЫСТАВКА IFA-2003 В БЕРЛИНЕ



В. МЕРКУЛОВ, г. Москва

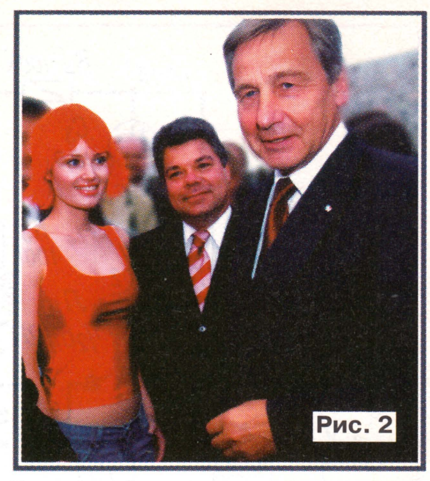


Рис. 2

Впервые международная радиовыставка (Internationale Funkausstellung — IFA) была проведена в Берлине в далеком 1924 г. Тогда свои экспонаты представили 242 организации и фирмы из Европы и Америки. Выставка пользовалась небывалым для того времени успехом — за 10 дней ее осмотрели 180000 человек. Лучшими промышленными продуктами были признаны детекторный и ламповый радиоприемники. В последние десятилетия выставки IFA проводят каждые два года, и по масштабам и числу экспонатов они уступают только известной ежегодной выставке CES в Лас-Вегасе, однако по числу посетителей и вниманию прессы значительно ее превосходят.

В очередном шестидневном своеобразном чемпионате мира высоких бытовых технологий IFA-2003 (**рис. 1**), состоявшемся в Берлине в конце августа 2003 г., были заявлены 1007 экспонентов со всех континентов из 37 стран, но более всего из Германии и Китая. Россию и страны СНГ представили российские космонавты и 10 дистрибьюторов и производителей домашней радиоаппаратуры. Электронными средствами было зарегистрировано 273800 посетителей выставки. Освещали работу экспозиции примерно 7000 аккредитованных корреспондентов газет, журналов, радио и телевидения из 83 стран.

Открыли выставку (**рис. 2**) министр экономики Германии В. Клемент (W. Clement) и обер-бургомистр Берлина К. Воверейт (K. Wowereit), которые отметили, что IFA-2003 впервые проходит в столь широком международном составе, с более чем тысячью участников, и "просто запрограммирована на успех и стимулирование жизненно необходимого роста экономики". Выступивший от представителей делового мира президент концерна Philips Ж. Клейстерли (G. Kleisterlee) провозгласил, что в качестве связующих основ всего спектра современной электроники более всего подходят программные продукты, разработанные на базе **Linux** и **Windows**, и беспроводная технология **Bluetooth**.

Выставка IFA-2003 продемонстрировала доминирующую роль цифровых технологий и компьютеризации потребительской электроники, эволюцию радиотелефонии и беспроводных средств для малых расстояний, совершенствование персональной вычислительной техники, уменьшение габаритов и веса домашней аппаратуры и многое другое. Проведенная на выставке статистическая обработка выраженных интересов посетителей к тематическим разделам электронной техники выявила их следующие предпочтения: телевидение и оборудование домашнего театра — 65 %, цифровая фотография — 39 %,



Рис. 1

аудиотехника — 35 %, телефония — 34 %, спутниковая и кабельная теле- и радиоприемная аппаратура — 30 %, по оставшимся другим направлениям в пределах — от 5 до 20 %.

В представленном ниже обзоре представлены краткие описания обозначенных на выставке направлений в электронике повседневного назначения.

Самые большие телевизионные экраны

Сразу две южнокорейские фирмы — LG и Samsung — представили примерно одинаковые крупноформатные плазменные панели с диагональю экранов соответственно 180 см (71") и 178 см (70"). Напомним, сейчас в производстве освоена большая по размерам панель 160 см (63"). Обе новые панели демонстрировали высокое качество телевизионной картинки (**рис. 3**). Технические характеристики их достаточно высоки и в полной мере соответствуют требованиям телевидения высокой четкости (HDTV) — разрешение 1920×1080 пикселей при соотношении сторон экрана 16:9, яркость — 900 кд/м^2, контрастность — 1500:1, габариты — 1640×1060×830 мм. На экранной панели показан кадр интервью, транслировавшегося в прямом эфире с выставки.



Рис. 3

Те же две южнокорейские фирмы демонстрировали на выставке и самые большие LCD-панели с диагоналями экранов 137 см (54") и 132 см (52"). LCD-панель большего размера (**рис. 4**) представил Samsung. Технические данные этой модели вполне удовлетворяют требованиям HDTV: разрешение — 1920×1080 пикселей (2,073 млн точек размерами 0,2075×0,6225 мкм каждого из трех цветов), соотношение сторон — 16:9, глубина цвета — 16,7 млн цветов, яркость — 500 кд/м^2, контрастность — 800:1. Габариты — 1260×725×52 мм; масса — 20 кг. На экране показан момент вечернего празднования открытия IFA-2003, транслировавшегося телекомпаниями Германии на всю страну.

Новые DVD-проигрыватели

Руководитель Philips Ж.Клейстерли в одном из выступлений на выставке отнес DVD-технику в разряд "наиболее успешных решений в домашней электронике за последние 50 лет". В плане предпочтений у многих молодых людей Европы и Америки на втором месте после автомобиля сейчас уверенно стоит домашний театр, компонуемый на базе DVD.

Однако DVD-инфраструктура, достигнув высоких качественных характеристик, продолжает совершенствоваться. Серийно выпускаемые DVD-плейеры, будучи цифровыми по принципу действия, имеют на выходе и аналоговый видеосигнал, что дает возмож-

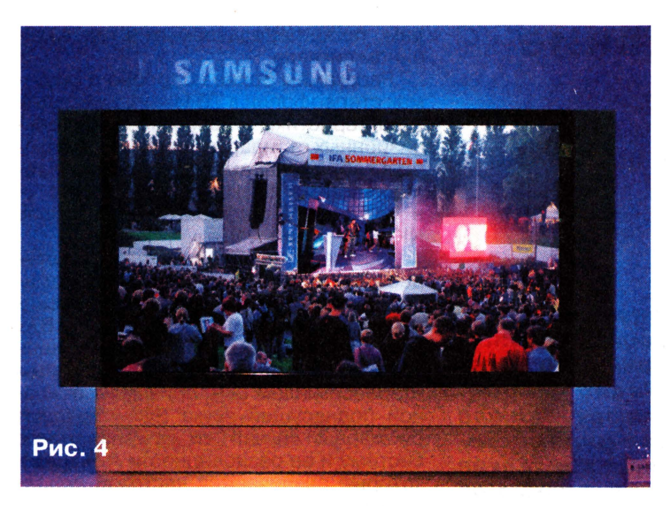


Рис. 4

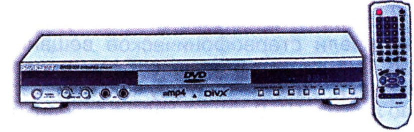
ность гибко развивать системы и с обычными (нецифровыми) телевизионными мониторами.


Рис. 5

Новые телевизионные плазменные и LCD-дисплеи (в том числе и представленные выше), как и мониторы PC и ноутбуков, в соответствии с собственными принципами действия могут принимать сигналы телевизионного изображения в виде бинарного кода напрямую, без промежуточных преобразований и сжатия, приводящих к потерям качества; у них предусмотрен специальный интерфейс высокого разрешения, получивший наименование DVI (Digital Visual Interface). Необходимый разъем для передачи сигнала на выход в DVI-виде имеет и DVD-проигрыватель, показанный на **рис. 5**. Воспроизводимая им "картинка" отображается на телевизионном дисплее с сохранением параметров DVD-качества.

Во всем остальном — по техническим характеристикам, габаритам корпуса и выдвигаемого лотка — аппарат полностью отвечает сформировавшимся требованиям, предъявляемым к современной DVD-технике.

На **рис. 6** показан DVD-проигрыватель китайского производства, позволяющий, в дополнение к основной функции, еще проигрывать оптические диски, записанные в формате сжатия изображения MPEG-4. Такие видеодиски с опознавательной аббревиатурой DivX


Рис. 6

(Digital Video eXpress) на протяжении уже нескольких лет имеют распространение в основном в странах Азии и России. По внешнему виду они не отличаются от DVD-дисков и обеспечивают достаточно высокое качество записи (450—480 линий разрешения по вертикали), хотя в этом плане и уступают дискам по DVD-стандарту (540 линий) с его форматом сжатия MPEG-2. Зато продают диски DivX по ценам заметно более низким, и это определило их признание у владельцев компьютерной техники с DVD-приводами для просмотра кинофильмов на дому.

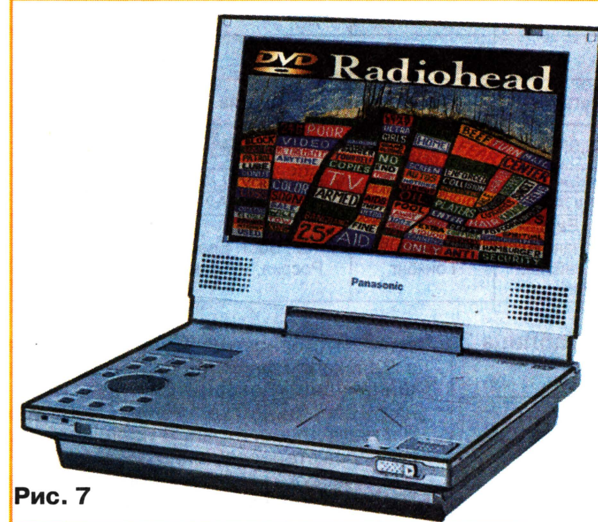
DVD-проигрыватель дополнительно можно использовать и как аудиоплейер записей таких популярных аудиоформатов, как MP3 и WMA.

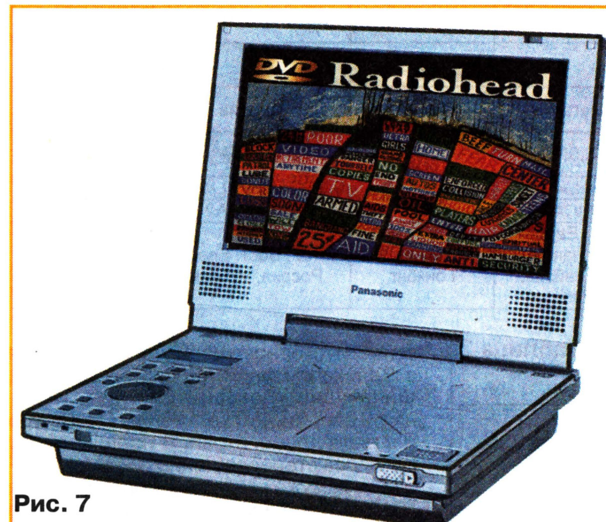
Портативные DVD-плейеры

Журнал уже сообщал (см. "Радио", 2002, № 10) об "утонченном" DVD-проигрывателе толщиной всего 1,59 см. Размеры того плейера были указаны без пристегивающейся аккумуляторной части, в расчете на работу от сети переменного тока через адаптер. Базовый блок портативного раскладного устройства для воспроизведения DVD-дисков (**рис. 7**) еще меньше по толщине и вместе с прямоугольным (расположенным снизу) также "утонченным" литиевым аккумулятором по толщине составляет всего 2,4 см. LCD-экран плейера имеет размер 18 см (7") по диагонали. Проигрыватель воспроизводит все типы получивших распространение дисков — DVD, VideoCD и CD. Предусмотренные на аппарате разъемы позволяют соединять его с различными внешними средствами медиатехники, в том числе с многоканальными усилителями звукового сопровождения по системе Dolby Digital 5.1.

На **рис. 8** показан, на первый взгляд, аналогичный по конструкции и функциям DVD-плейер, однако у него источник питания расположен позади линии сгиба монитора и базового блока. Поэтому толщину этого аппарата удалось уменьшить до 2,35 см. При этом диагональ LCD-экрана данного DVD-плейера имеет увеличенный размер — 25 см (10"). Видеоплейер отличается еще и тем, что имеет плавное и фиксированное (режим Zoom) изменение скорости (замедленное/ускоренное) воспроизведения сигналов, а также объемное трехмерное звучание (Virtual 3D Sound), по желанию создаваемое встроенными звуковыми головками. Для подключения внешнего видеоносителя предусмотрен слот для карты твердой памяти Memory Stick. Преобразование "картинки" у него осуществляет ЦАП 10-бит, а звуковых образов — ЦАП 192 кГц/24-бит.

Оба видеоплейера при автономном питании в режиме DVD-воспроизведения обеспечивают работу в течение трех часов с обычными аккумуляторами и пяти часов с источниками питания увеличенной емкости.





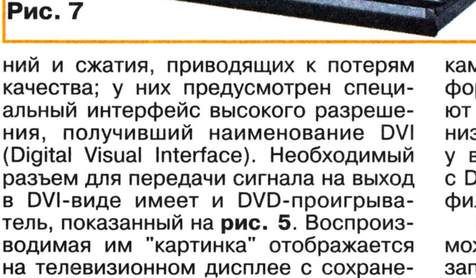
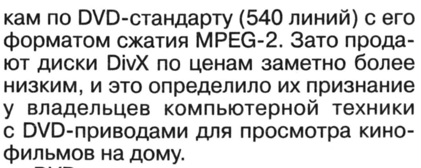


Рис. 7

Рис. 8


(Окончание следует)

Редактор — Е. Карнаухов, фото — автора

Стереофоническое вещание в телевидении

Системы вещания. Стереозвук на ТВ в Москве. Эксперименты в МНИТИ

К. БЫСТРУШКИН, Е. СОРОКА, г. Москва

Мы уже познакомили наших читателей с телевизионной системой стереозвукового сопровождения NICAM, формированием и приемом такого сигнала в статье А. Пескина "Принимаем стереофоническое звуковое сопровождение" ("Радио", 2004, № 1—3). В публикуемом в этом и следующем номерах журнала материале авторы рассказывают о существующих в мире системах стереофонического телевизионного вещания, о том, какие попытки предпринимались у нас для его внедрения, а также об испытаниях системы NICAM, проведенных в МНИТИ.

Телевизионное вещание с передачей стереозвука по цифровой системе NICAM, начатое 14 ноября 2003 г. в Москве на "Первом канале", можно назвать одним из важнейших событий в отечественном телевидении (ТВ). Вспомним, что его история за последние полвека отмечена переходом от черно-белого к цветному изображению в седьмом десятилетии прошлого века и внедрением системы телетекста в девятом. К сожалению, в течение многих лет советское, а затем и российское ТВ не смогло порадовать своих зрителей какими-нибудь новыми потребительскими функциями.

По-другому эволюция ТВ проходила за рубежом. Там почти каждое десятилетие старались улучшить существовавшие аналоговые телесистемы. Например, в Европе, как и у нас, в 60-е годы перешли на цветное ТВ, затем в 70-е, начиная с Германии, стали использовать аналоговую систему передачи стереозвука A2, а в 80-е в Великобритании, а затем и во Франции успешно ввели стереофоническое вещание по цифровой системе NICAM, позволившей существенно улучшить качество звука в ТВ. В эти же годы в телевизионном сигнале уже передавали текстовую и графическую информацию. В начале 90-х внедрили совместимый стандарт широкоэкранного цветного ТВ PALplus, который позволил воспроизводить на телевизорах, оснащенных такими декодерами, изображение формата 16:9 с вертикальным разрешением в 575 строк. И, наконец, в 90-е широкое распространение получила система автоматического программирования времени включения на нужную телепрограмму телевизоров и видеомагнитофонов по специальным цифровым кодам, также передаваемым в телевизионном сигнале.

Расскажем более подробно о системах стереофонии в ТВ [1—3]. Основные характеристики и использование телевизионных стандартов вещания показаны в **табл. 1**, параметры аналоговых телевизионных звуковых стандартов — в **табл. 2**, а цифровых по системе NICAM — в **табл. 3**.

Как уже отмечено, для передачи стереофонических сигналов на ТВ в Германии была разработана аналоговая система A2, в которой для стандартов B/G введена дополнительная поднесущая звука SC2, модулируемая разностным стереосигналом L–R, причем на основной поднесущей звука SC1 передают суммарный сигнал L+R. Эту аналоговую систему и ее разновидности A2+ и A2*, которые различаются частотой дополнительной поднесущей, используют не только в ряде стран Европы, но и в других частях света. Однако при появлении в 1982 г. цифровых компакт-дисков требования к звуковоспроизведению аппаратуры, в том числе телевизоров, существенно повысились и аналоговая система A2 перестала им удовлетворять.

Именно по указанной причине в середине 80-х годов прошлого века английские инженеры разработали цифровую систему NICAM-728 (Near Instantaneously Companded Audio Multiplex), обеспечивающую значительно улучшенное качество стереозвучания, сравнимое с получаемым от компакт-дисков. Благодаря этому система NICAM в 90-е годы за рубежом получила очень широкое распространение. В частности, стереовещание по ней ведется в Великобритании, Франции, Бельгии, Финляндии, Польше, Венгрии, Испании, Швеции, Китае, Индии, Сингапуре и в ряде других стран. В прошлом году началось стереовещание NICAM в Украине и, как уже указано, в России. Кроме "Первого канала", в Москве с начала этого года передачу стереозвука начал канал "МТВ". Уже предполагается ввод этой системы и в других городах страны, например, в Санкт-Петербурге.

По стандарту NICAM для преобразования сигналов двух стереоканалов использованы их дискретизация с частотой 32 кГц и 14-разрядное цифровое кодирование. Это позволило получить высокие технические характеристики канала: полосу воспроизводимых звуковых частот 2...15 000 Гц, отношение

Таблица 1

Параметры, ед. изм. и др. сведения	Значение, вид, название в стандарте вещания						
	M	N	B/G	H	I	D/K	L
Полоса частот радиоканала, МГц	6	6	7	7	8	8	8
Полоса частот видеотракта, МГц	4,2	4,2	5	5	5	6	6
Модуляция несущей видеосигнала	Негатив.	Негатив.	Негатив.	Негатив.	Негатив.	Негатив.	Позитив.
Поднесущая звука, МГц/вид модуляции	4,5/ЧМ	4,5/ЧМ	5,5/ЧМ	5,5/ЧМ	6/ЧМ	6,5/ЧМ	6,5/АМ
Система цвета	NTSC, PAL-3,58	PAL-3,58	PAL-4,43	PAL-4,43	PAL-4,43	SECAM, PAL-4,43	SECAM
Система стереозвука	BTSC, EIAJ, A2	BTSC	A2, NICAM	NICAM	NICAM	NICAM, A2	NICAM
Страны, части мира	США, Япония, Бразилия, Корея	Аргентина	Зап. Европа, Австралия	Сев. Европа, Испания, Малайзия, Сингапур	Англия, Гонконг	Китай, Вост. Европа, Россия, Украина	Франция

Таблица 2

Стандарт вещания	Обозначение, вид сигнала, значение параметров						
	Система звука	Поднесущая звука SC1/SC2, МГц	Девиация ЧМ, кГц		Сигнал модуляции поднесущей		Полоса, кГц/ предыскажение, мкс
			Ном.	Макс.	SC1	SC2	
M	Моно	4,5/нет	15	25	Моно	Нет	15/75
M	A2+	4,5/4,724	15	25	(L+R)/2	R	15/75
B/G	A2	5,5/5,742	27	50	(L+R)/2	(L-R)/2	15/50
I	Моно	6/нет	27	50	Моно	Нет	15/50
D/K	A2	6,5/6,742	27	50	(L+R)/2	R	15/50
D/K	A2*	6,5/6,258	27	50	(L+R)/2	R	15/50

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

Таблица 3

Стандарт вещания	Значение параметров						
	SC1				SC2: частота, МГц	Предыскажения	Коэфф. сглаживания, %
	Частота, МГц	Вид модуляции	Девиация ЧМ, кГц или коэфф. АМ, %				
			Ном.	Макс.			
B/G, H	5,5	ЧМ	27	50	5,85	Реком. J.17	40
I	6	ЧМ	27	50	6,552		100
D/K	6,5	ЧМ	27	50	5,85		40
L	6,5	АМ	54	100	5,85		40

сигнал/шум свыше 80 дБ и гармонические искажения менее 0,01 %. Сигнал NICAM передают на дополнительной звуковой поднесущей SC2 (5,85 МГц для систем B/G, H, D/K, L и 6,552 МГц для системы I). Вид спектра радиосигнала для стандартов SECAM-D/K/NICAM представлен на **рис. 1**.

Передача сигнала NICAM ведется непрерывно пакетами по 728 бит. Каждый пакет передают в течение 1 мс. Следовательно, суммарный цифровой поток равен 728 кбит/с, что нашло отражение в названии системы — NICAM-728. Каждый пакет содержит 24 служебных и 704 информационных бита. Восемь служебных битов представляют собой так называемое управляющее слово (FAW — Frame Alignment Word), пять битов служат для кодирования режима передачи (стерео, два канала моно, моно плюс цифровые данные или только данные), остальные одиннадцать битов зарезервированы для развития.

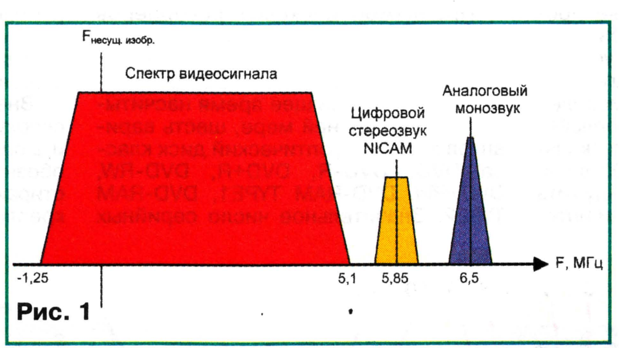


Рис. 1

Алгоритм работы звукового тракта телевизора с таким декодером устанавливает приоритет приема сигнала NICAM. Система управления аппарата запрограммирована так, что, если на поднесущей SC2 сигнал NICAM отсутствует или передача идет с большим числом ошибок (в декодере обеспечивается контроль сигнала на четность), тракт автоматически переключается на поднесущую SC1 и происходит прием обычного аналогового монозвука.

Следует упомянуть также и о других стереофонических телевизионных системах, используемых в различных странах. Так, в США и Канаде применяют систему BTSC (Broadcast Television System Committee), которую также называют MTS. В Японии внедрена система EIAJ (Electronics Industries Association of Japan), очень похожая на BTSC. Отличие заключается в частотной модуляции второй поднесущей и передаче на ней разностного сигнала стереозвука или второго монозвука. Республика Корея, в которой используют цветовой стандарт NTSC, применила адаптированный германский стандарт A2+, вероятно, для того, чтобы затруднить проникновение на рынок японских конкурентов.

Необходимо отметить, что современные микросхемы — звуковые процессоры обычно разрабатывают не под один стандарт. Как правило, они бывают мультисистемными, т. е. обеспечивают прием по стандартам NICAM, A2, BTSC, EIAJ и др.

Будет справедливо сказать о том, что аналогичные работы по стереофонии и другим усовершенствованиям ТВ вели в 80-е, 90-е годы и в нашей стране, но по различным причинам их результаты не были внедрены. Например, в 80-е годы шла интенсивная разработка отечественной системы телевизионного стереозвука с передачей разностного сигнала на дополнительной поднесущей 31,5 кГц по системе полярной модуляции, используемой в радиовещании. В конце 80-х МНИТИ совместно с МПО "Рубин" разработали и завод выпустил опытную партию цветных телевизоров "Рубин — Ц266-стерео" со стереодекодерами. На них принимали пробные телепередачи со стереозвуком, которые передавали телецентры в Москве и Ленинграде. К сожалению, эксперименты так и не завершились внедрением.

Очередное повышение интереса к стереозвуку в нашей стране приходится на начало 90-х годов. В октябре 1993 г. в рамках работы совместной российско-французской комиссии по цветному ТВ группа специалистов МНИТИ обсуждала с инженерами фирмы THOMSON возможность создания улучшенной системы SECAMplus. Результатом переговоров стала разработка в России общих принципов построения такой системы, которые были защищены патентом РФ № 2085051. Однако когда в 1998 г. в Европе началось внедрение системы цифрового наземного телевизионного вещания DVB-T, дальнейшие работы по аналоговым системам цветного телевидения PALplus и SECAMplus были прекращены.

Важнейшим компонентом системы SECAMplus можно назвать цифровой стандарт звукопередачи NICAM-728, вещание по которому к началу 90-х годов уже широко вел ряд европейских стран. Но в отличие от Франции и России, вещающих по цветовой системе SECAM, в этих странах использована система PAL. Поэтому для адаптации параметров сигнала NICAM-728 при его передаче в сигнале SECAM потребовались дополнительные исследования. Во Франции они были проведены в 1991—1993 гг. Их результатом стала разработка стандарта NICAM-728/L, предусматривающего передачу сигнала стереозвука на дополнительной поднесущей 5,85 МГц с уровнем –27 дБ относительно уровня несущей изображения. Поскольку поднесущая находится в полосе частот видеосигнала SECAM, потребовалось предварительно ее ограничить до 5,1 МГц.

Однако примененная в России система цветного телевидения SECAM-D/K отличается от французской SECAM-L полярностью модуляции несущей видеосигнала (у нас — негативная, во Франции — позитивная) и способом модуляции звуковой поднесущей (у нас — ЧМ, во Франции — АМ). Поэтому для исследования возможности передачи цифрового стереозвука в сентябре 1994 г. специалистами МНИТИ и НИИР были проведены испытания, в которых была использована аппаратура системы NICAM-728, представленная фирмой ROHDE & SCHWARZ.

На экспериментальном стенде МНИТИ было исследовано влияние поднесущей NICAM-728 в радиосигнале SECAM-D/K на прием различными отечественными телевизорами. При испытаниях формировали комбинированный радиосигнал, содержащий три несущие: изображения, звука и NICAM. Для этого сигналы трех ВЧ генераторов модулировали сигналами от соответствующих источников, после чего модулированные сигналы складывали в пассивном сумматоре. Выходной радиосигнал подавали на антенный вход исследуемого телевизора. Испытания проводили на шестом телевизионном канале. В результате экспериментов для поднесущей 5,85 МГц был определен допустимый уровень –(29...32) дБ при оценке 4,5...5 баллов и –(26...28) дБ при оценке 4 балла.

С результатами испытаний были ознакомлены технические специалисты ведущих российских телекомпаний. Однако интереса к внедрению стереофонии в то время они не проявили, прежде всего, из-за отсутствия сколь-нибудь значительного парка телевизоров и видеомагнитофонов, способных принимать сигнал NICAM-728, и необходимости существенной модернизации студийной аппаратуры, рассчитанной на монофонический звук.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Быструшкин К. Н.** Цифровой звук в телевизионном вещании. Общие проблемы. — 625, 1995, № 1, с. 47—59.

2. **Быструшкин К. Н.** Цифровой звук в телевизионном вещании. Кодер. — 625, 1995, № 3, с. 72—77.

3. **Быструшкин К. Н.** Цифровой звук в телевизионном вещании. Декодер. — 625, 1995, № 6, с. 39—41.

Редактор — А. Михайлов, графика — авторы

(Окончание следует)

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

Какие они — современные видеоплейеры?

Устройство и характеристики стереофонического видеоплейера SAMSUNG — SVR-537

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

В журнале "Радио" № 12 за прошлый год автор описал возможности и характеристики одного из современных стереофонических видеоплейеров PANASONIC — NV-SR80. В публикуемой здесь статье он рассказывает еще об одном подобном видеоплейере SAMSUNG — SVR-537, дает рекомендации по его регулировке после ремонта и замены узлов без специального сервисного пульта ДУ.

Несмотря на многочисленные прогнозы о скором вытеснении бытовых видеомагнитофонов дисковыми устройствами, в 2003 г. на прилавках магазинов в продаже находились десятки моделей видеомагнитофонов (ВМ) и видеоплейеров (ВП). Дисковые рекордеры нескольких моделей по цене около 1000 долл. где-нибудь, кроме Москвы, обнаружить в продаже непросто. В этой связи интересен доклад Джона Орландо о последних тенденциях цифрового телевещания в США, сделанный на Международном конгрессе НАТ (Национальная ассоциация телевещателей) в Москве в рамках форума TRBE'02, где он сказал: "Возрастает значение записи программ на видеомагнитофоны (в связи с внедрением наземного цифрового многопрограммного телевещания). Если в 2001 г. ею увлекались 4 % американских семей, в 2003 г. — 11 %, а в 2005 г. ожидается, что их будет 29 %. В 2000 г. на рынке появились цифровые бытовые видеомагнитофоны (D-VHS), которые подстегивают такую тенденцию ..." [1].

Проблемой дисковых рекордеров можно назвать многостандартность, препятствующую использованию их записей на стандартных проигрывателях DVD. В настоящее время насчитывается, по крайней мере, шесть вариантов записи на оптический диск класса DVD: DVD-R, DVD+R, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM TYPE1, DVD-RAM TYPE2. Значительное число серийных моделей проигрывателей DVD такие записи не воспроизводят. Первый поступивший в продажу в России рекордер DVD-RAM SAMSUNG — R3000 (1300 долл.) не записывает и эфирные передачи в системе SECAM [2], а домашние рекордеры HDD вообще совместимы только сами с собой. Поэтому универсальным носителем диски для видеосигналов пока не стали, и место видеокассеты еще не стало вакантным.

Цены многих стереофонических ВМ в настоящее время упали до 200 долл. и менее. Среди них встречаются довольно сложные аппараты, например, TOSHIBA — V-E78 с БВГ PRO DRUM с вращающимися предусилителями, JVC — HR-DD868EU с БВГ DYNAMIC DRUM. Число моделей стереофонических ВП, продаваемых у нас, невелико. В основном это изделия фирм LG, SAMSUNG, MATSUSHITA (PANASONIC). Некоторые модели фирм SAMSUNG и LG продают по цене немногим более 100 долл. К ним относятся SAMSUNG — SVR-537, SAMSUNG — SVR-547, LG — BH759, LG — BH762.

В ВП SAMSUNG — SVR-537 применен универсальный лентопротяжный механизм (ЛПМ), используемый во всех моделях ВМ и ВП фирмы последних лет выпуска, в частности, в моделях SVR-131, SVR-230, SVR-2301, SVR-433, SVR-630. ЛПМ, выполненный на штампованном шасси, отличается простотой и "аскетичностью" с использованием технических решений, характерных для аппаратуры 80-х годов. Например, в ВП применен прижим ленты со стороны рабочего слоя, ведущий двигатель без верхнего опорного подшипника. Ожидать от него длительной работы вряд ли стоит.

Внешний вид ЛПМ модели SVR-537 сверху и снизу представлен на **рис. 1** и **2** соответственно. Цифрами на рис. 1 обозначены: 1 — боковины лифта; 2 — стирающая головка; 3 — БВГ; 4 — винты крепления двигателя БВГ; 5 — разъем двигателя БВГ; 6 — головка управления и звука; 7 — разъем головки управления и звука; 8 — прижимной ролик; 9 — ведущий вал; 10 — разъем двигателя заправки; 11 — двигатель заправки; 12 — заправочная шестерня; 13 — полка лифта; 14 — направляющие стойки; 15 — ленточный тормоз.

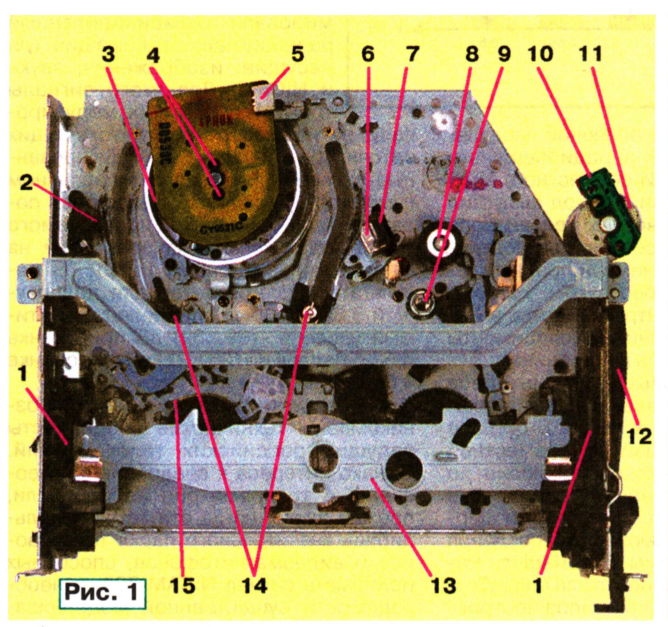


Рис. 1

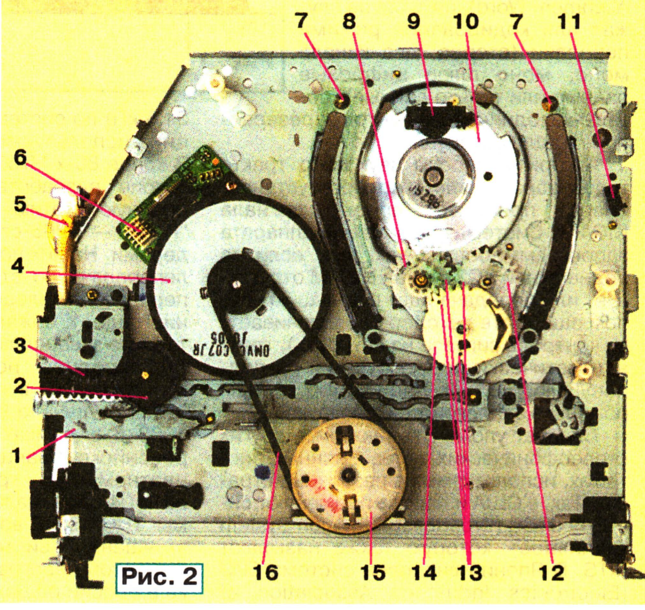


Рис. 2

На рис. 2 цифрами показаны: 1 — планка режимов; 2 — идентификационная метка; 3 — программная шестерня; 4 — ведущий двигатель; 5 — червячный привод двигателя заправки; 6 — разъем ведущего двигателя; 7 — упоры направляющих стоек; 8 — шестерня 1; 9 — разъем видеоголовок; 10 — БВГ; 11 —

разъем стирающей головки; 12 — шестерня 2; 13 — идентификационные метки; 14 — шестерня 3; 15 — узел подмотки и перемотки; 16 — пассик привода.

При внимательном рассмотрении конструкции ЛПМ можно отметить как ее высокую технологичность, так и несомненные достоинства ряда использованных конструкторских решений. Например, в ЛПМ нет съемного кассетоприемника, кассета "заезжает" в аппарат на полке 13 и боковинах лифта 1 (см. рис. 1) по направляющим прорезям в бортах штампованного шасси (съемные кассетоприемники многих моделей ВМ служат источниками довольно большого числа неисправностей). Штампованная стальная планка режимов 1 (рис. 2) существенно повышает долговременную надежность механизма (обычно применяемые пластиковые планки режимов изнашиваются и ломаются довольно часто). Повышает надежность и использование узла загрузки кассеты через редуктор с червячным приводом 5 (рис. 2). Число деталей механизма в сравнении с другими конструкциями невелико. Потенциальная надежность рассматриваемого ЛПМ подтверждается на практике, в одной из тиражных студий (г. Ростов-на-Дону) несколько десятков ВП модели SVR-537 отработало по 5000...7000 ч без поломки механизма.

Однако, как и следовало ожидать, применение ведущего двигателя только с "нижним" подшипником надежности не прибавляет. По мере их выработки ведущий вал под давлением прижимного ролика отклоняется от вертикали, а лента начинает сползать вниз, вплоть до коробления нижней кромки. Не оправдали свое название и "алмазные" головки (DIAMOND HEAD). После вышеуказанной наработки их отдача уменьшалась на 6 дБ и более. При воспроизведении заметно возрастали шумы, записи получались неудовлетворительного качества (на передней панели ВП указано о трехкратном ресурсе "алмазных" видеоголовок по сравнению с обычными). Замена верхнего цилиндра БВГ с четырьмя головками (две — видео, две — Hi-Fi) довольно дорогостоящая операция. После нее требуется проведение регулировочных работ с использованием специального сервисного пульта ДУ (SAMSUNG — AC59-0001F или SAMSUNG — AC59-0001H), специальных тест-кассет и сервисного руководства

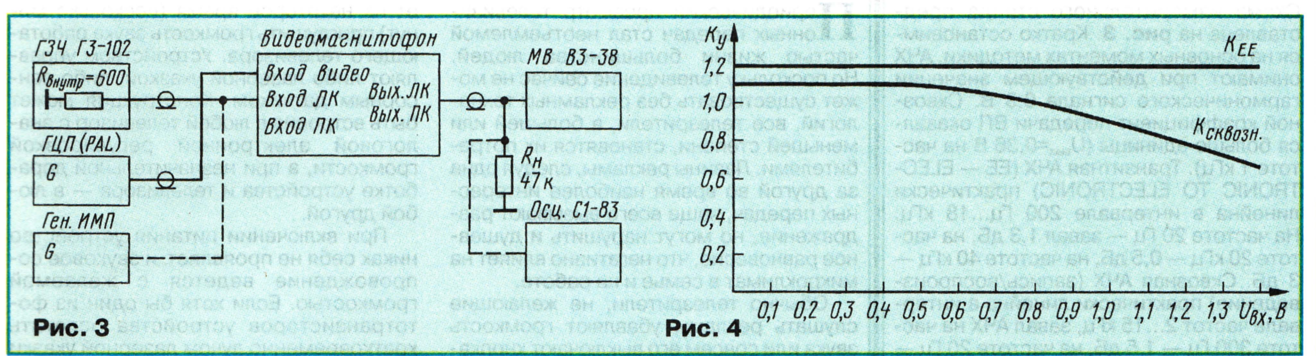


Рис. 3 **Рис. 4**

(SERVICE MANUAL). Однако можно обойтись и без перечисленных аксессуаров, но об этом — ниже.

Практически вся электронная "начинка" ВП сосредоточена на одной плате. ЛПМ электрически подключен к ней через три разъема 6, 9, 11 (рис. 2), двумя шлейфами через разъемы 5, 7 (см. рис. 1) и двухконтактный разъем 10 (см. рис. 1). Имеется также оптическая связь концевых фототранзисторов, центрального светодиода и датчиков вращения подкатушников, установленных на плате, с лентопротяжным механизмом.

Системы управления и авторегулирования (SYSCON&SERVO) выполнены на микропроцессоре SV-130W-04 (IC601, 100 выводов) собственного производства. В других моделях линейки могут быть использованы микропроцессоры фирмы NEC, например, в SVR-131 применен μPD784927-153-3BA (IC501).

Электропривод БВГ выполнен на микросхеме KA3084D, а ведущего вала — на KA3080D. Обе — собственного производства.

В ВП применен видеопроцессор LA71578M (IC301, 100 выводов), содержащий и предварительный усилитель, и канал "нормального" (линейного) звука, фирмы SANYO. Такие БИС используют и в ряде других моделей ВМ с двумя—шестью головками фирм SAMSUNG, LG и др., например, в LG — 759, LG — 762.

Канал Hi-Fi звука реализован на микросхеме LA72634A (64 вывода) фирмы SANYO. В ее состав входит также предварительный усилитель этого канала. Микросхему используют и в других моделях ВМ и ВП Hi-Fi: SAMSUNG — SVR-630, SAMSUNG — SVR-633, LG — 759, LG — 762.

Импульсный источник питания собран на микросхеме STRG6551 фирмы SANKEN.

При проведении ремонта ЛПМ, связанного с его частичной разборкой, желательно зарисовывать взаимное расположение снимаемых деталей. Исходное положение деталей механизма при поднятом лифте должно соответствовать показанному на рис. 1 и 2. При этом должны совпадать идентификационные метки (все позиции по рис. 2): 2 — с риской на планке режимов 1; 13 — между собой и выступом на планке режимов 1. При установке ЛПМ в корпус необходимо проверить исходное положение поводка программного переключателя SW601 на главной плате ВП по идентификационным меткам на нем.

После разборки или замены БВГ, замены микросхемы памяти KS24C024 (IC605) или микропроцессора IC601 требуется регулировка положения точки переключения видеоголовок. Для этого программируют ЭСППЗУ ВП в сервисном режиме упомянутым выше пультом ДУ при воспроизведении тест-кассеты. При отсутствии такого пульта положение точки переключения можно установить вручную. Понадобится только универсальный осциллограф с полосой пропускания не менее 3 МГц. Это делают в следующем порядке. Вход внешней синхронизации осциллографа подключают к контрольной точке TP602 (маркировка — H.SW), а вход Y — к видеовыходу ВП. Включают режим воспроизведения (подойдет любая кондиционная запись) и устанавливают режим внешней синхронизации осциллографа от положительных перепадов импульсов переключения видеоголовок в контрольной точке TP602. Измеряют интервал времени от начала развертки до начала кадрового синхроимпульса. Он должен находиться в пределах 416±32 мкс.

Если погрешность больше, необходимо немного ослабить крепление винтов 4 (см. рис. 1) на двигателе БВГ и, вращая его вокруг оси в пределах люфта, установить интервал времени в указанные пределы. После этого, не отпуская двигатель, снова фиксируют винты. Если не удается установить требуемое значение, необходимо снять двигатель. Откроется доступ к фиксирующей втулке. Отметив ее положение относительно несущей оси, ослабить крепление фиксирующего винта торцевым ключом, немного повернуть втулку в нужном направлении (определяют заранее) и снова зафиксировать ее. Установить двигатель на место и отрегулировать его положение, как было описано выше. Следует предупредить, что может потребоваться несколько попыток.

Торцевой ключ используют из комплекта VIDEO SERVICE TOOL VHS/BETA 8034-549-11 или ему подобного. Такие наборы продают на радиорынках. Диаметр ключей — обычно 1,5 мм, реже — 2 или 1,25 мм. Описанная операция пригодна практически для всех моделей ВМ с верхним расположением двигателя БВГ.

Необходимо отметить, что при разборке БВГ для замены верхнего цилиндра и осмотра состояния видеоголовок или их обмоток также требуется снятие

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

фиксирующей втулки, после чего верхний цилиндр легко снимают с направляющей оси.

Методика регулировки положения точки переключения видеоголовок в сервисном режиме следующая: включают воспроизведение тест-кассеты; нажимают на кнопку SW718 (SERVICE) на главной плате ВМ (переднюю панель желательно снять) и затем на кнопку "SPEED" ПДУ (настройка происходит автоматически); выключают ВМ.

Перейдем к рассмотрению характеристик звукового тракта Hi-Fi стереоаппарата. Для возможности сравнения их с характеристиками других ВМ использованы такая же методика и измерительная аппаратура, как описано в [3]. Схема измерительного стенда представлена на **рис. 3**. Кратко остановимся на основных моментах методики. АЧХ снимают при действующем значении гармонического сигнала 0,3 В. Сквозной коэффициент передачи ВП оказался больше единицы ($U_{вых}$=0,36 В на частоте 1 кГц). Транзитная АЧХ (ЕЕ — ELECTRONIC TO ELECTRONIC) практически линейна в интервале 200 Гц...18 кГц. На частоте 20 Гц — завал 1,3 дБ, на частоте 20 кГц — 0,5 дБ, на частоте 40 кГц — 3 дБ. Сквозная АЧХ (запись/воспроизведение) практически линейна в интервале частот 2...15 кГц, завал АЧХ на частоте 300 Гц — 1,5 дБ, на частоте 20 Гц — 3 дБ, на частоте 20 кГц — 1 дБ, на частоте 40 кГц — 15 дБ. Следовательно, по частотному интервалу ВП вполне соответствует аппаратуре класса Hi-Fi.

Реальный динамический диапазон в верхней части ограничивается линейностью амплитудной характеристики на верхней частоте полосы пропускания. На **рис. 4** показаны зависимости коэффициентов передачи транзитного K_{EE} и сквозного $K_{сквозн}$ канала ВП от амплитуды входного сигнала на частоте 20 кГц. Амплитудная характеристика сквозного тракта практически линейна до $U_{вх}$=0,7 В (действующее значение), реальный динамический диапазон — до $U_{вх}$=0,9 В (уменьшение $K_у$ на 1 дБ). И по этому показателю ВП оказывается в классе Hi-Fi.

Хуже обстоит дело с шумовыми характеристиками. Суммарный уровень шумов и помех при воспроизведении равен 340 мкВ. Кроме того, наблюдается значительное влияние составляющих видеосигнала на звуковые цепи без режекторных фильтров на звуковых входах (режим записи).

Следовательно, реальный динамический диапазон ВП равен 0,7 В/340 мкВ≈≈2000≈66 дБ. Это далеко не лучшее значение для аппаратуры VHS-Hi-Fi (лучшее — 75...85 дБ).

ЛИТЕРАТУРА

1. "TRBE'02". Шестой конгресс НАТ". — 625, 2003, № 1, с. 3—10.

2. **Нехорошев К., Сокол Е.** Выставки, форумы, законы. — Stereo&Video, 2003, № 2, с. 40, 41.

3. **Петропавловский Ю.** Видеотехника и звук. Сравнительные характеристики стереозвуковых видеомагнитофонов, стыковка со звуковоспроизводящим комплексом. — Радио, 1999, № 1, с. 8—10; № 2, с. 8, 9.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Устройство понижения громкости звука во время рекламы

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Большинство телезрителей хотели бы избавиться от навязчивой рекламы, передаваемой во время передач почти по всем каналам. Автор публикуемой здесь статьи предлагает применить устройство, которое при желании зрителя позволяет уменьшить ее громкость на некоторое время, а затем автоматически восстановить нормальный прием программы.

Периодический просмотр телевизионных передач стал неотъемлемой частью жизни большинства людей. Но поскольку телевидение сейчас не может существовать без рекламных технологий, все телезрители, в большей или меньшей степени, становятся их потребителями. Лавины рекламы, следуя одна за другой во время наиболее интересных передач, чаще всего вызывают раздражение, но могут нарушить и душевное равновесие, что негативно влияет на микроклимат в семье и на работе.

Обычно телезрители, не желающие слушать рекламу, убавляют громкость звука или совсем его выключают кнопками на пульте ДУ или передней панели телевизора. Однако после окончания рекламы нужно вновь установить необходимую громкость, что не только неудобно, но обычно и медленно, или вовремя включить отсутствующий звук, что весьма часто забывается, если телезритель ненадолго отвлекся. А некоторые зрители переключают телевизор на другие программы во время рекламы и возвращаются на первоначальный канал часто уже после ее окончания, пропустив часть интересующей передачи.

Снизить раздражение, предотвратить нежелательные последствия от рекламы и уменьшить указанные неудобства можно, если применить предлагаемое устройство. Его принципиальная схема показана на **рис. 1**. Оно позволяет на некоторое время (несколько минут) приглушить громкость звука работающего телевизора. Устройством управляют либо лазерной указкой, либо сенсорным датчиком. Конструкция может быть встроена в любой телевизор с аналоговой электронной регулировкой громкости, а при незначительной доработке устройства и телевизора — в любой другой.

При включении питания устройство никак себя не проявляет, и звуковое сопровождение ведется с желаемой громкостью. Если хотя бы один из фототранзисторов устройства осветить кратковременно лучом лазерной указки (а потом выключить ее), громкость звука сразу понизится на время, установленное в устройстве (у автора — около 3 мин). По истечении этого времени громкость звука автоматически вернется к исходной. Если рядом не окажется лазерной указки, то же самое делают, коснувшись кратковременно сенсора. При использовании сенсора становится возможным и выключение режима пониженной громкости, если реклама закончилась раньше установленного времени выдержки.

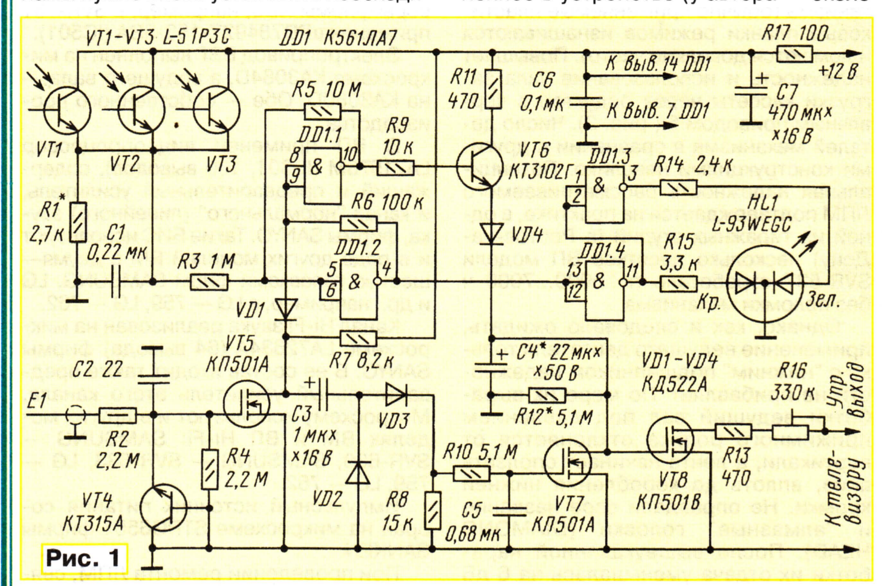


Рис. 1

Рассмотрим случай управления лазерной указкой. В исходном состоянии, когда ни один из фототранзисторов VT1—VT3 не освещен, их общее сопротивление велико, напряжение на резисторе R1 близко к нулю, что задает уро-

вень 0 на входах элемента DD1.2. На его выходе и, следовательно, на входах элемента DD1.1 будет уровень 1, а на выходе этого элемента — уровень 0. Эмиттерный повторитель на транзисторе VT6 закрыт, конденсатор C4, от которого зависит время выдержки, разряжен. Напряжение на затворе полевого транзистора VT8 равно нулю, и он не влияет на уровень громкости звука. Двухкристальный светодиод HL1 светится зеленым цветом, сигнализируя о готовности устройства к работе.

Если даже на короткое время на один или несколько фототранзисторов попадет луч лазера, напряжение на резисторе R1 станет больше половины напряжения питания микросхемы DD1 и на всех ее информационных выводах уровни напряжений инвертируются. Причем следует помнить, что такое состояние сохраняется до тех пор, пока хотя бы один из фототранзисторов освещен. Светодиод HL1 светится красным цветом, что свидетельствует о прохождении команды. Эмиттерный повторитель на транзисторе VT6 открывается, и конденсатор C4 быстро заряжается до напряжения 10...11 В. Напряжение на затворе транзистора VT8 становится много больше его порогового напряжения открывания, он открывается, подключая последовательно соединенные шунтирующие резисторы R13, R16 к цепи управления уровнем громкости, и она понижается.

После удаления луча указки с фототранзисторов или ее выключении элементы микросхемы DD1 и транзистор VT6 возвращаются в исходное состояние. Конденсатор C4 начинает разряжаться через резистор R12. Когда напряжение на нем станет близким к пороговому напряжению открывания транзистора VT8, уровень громкости начнет постепенно повышаться до ранее установленного значения. Плавность восстановления громкости зависит от тока стока транзистора VT8. Диод VD4 предотвращает разрядку конденсатора C4 через эмиттерный переход транзистора VT6. Включение элементов DD1.1, DD1.2 по схеме триггера Шмитта позволяет получить уровень зарядки конденсатора C4 более стабильным.

Если воспользоваться лазерной указкой неудобно, управлять устройством можно сенсором E1. При прикосновении пальцем к нему на затворе транзистора VT5 наводится переменное напряжение. Транзистор VT4, работая как микромощный стабилитрон, защищает транзистор VT5 от пробоя затвора. Транзистор VT5 работает усилителем тока и напряжения. При кратковременном прикосновении (доли секунды) к сенсору на входы элемента DD1.1 поступает несколько импульсов уровня 0. На всех информационных выводах микросхемы DD1 уровни инвертируются, транзистор VT6 открывается и конденсатор C4 быстро заряжается. Далее все происходит так же, как при управлении лазерной указкой.

Сенсор позволяет также выключить режим пониженной громкости, если, например, реклама кончилась раньше установленной выдержки времени. Для этого палец на сенсоре удерживают более одной секунды. За это время конденсатор C5 успеет зарядиться до напряжения 2...4 В, транзистор VT7 откроется и разрядит конденсатор C4. Транзистор VT8 закроется, громкость звука повысится. Резистор R11 ограничивает броски тока через транзистор VT6 при открытом транзисторе VT7.

Управляющий выход устройства подключают к активному входу блока или узла электронного управления громкостью. В телевизорах 3УСЦТ—5УСЦТ с блоками радиоканала СМРК-1-5, СМРК-2 выход подключают к выводу 2 этих блоков (т. е. к выводу 8 блока УПЧЗ-2, или выводу 7 УМЧЗ-1М-1, или выводу 5 микросхемы К174УР4 или TBA120U). Если в телевизоре установлен субмодуль УПЧ звука УМ1-2 или аналогичный двухсистемный модуль М1-6-1, устройство подключают к выводу 7 этого блока (т. е. к выводу 5 микросхемы К174УР1, К174УР1М или TBA120S). Если телевизор содержит модуль радиоканала СМРК-41-2, выход подключают к его выводу 13. Если тракт обработки звука построен на микросхеме КР1087ХА5 или TDA3827, ее вход управления уровнем громкости — вывод 16 (телевизоры "Горизонт — CTV-601" и др.).

Возможность установки устройства в современные отечественные и импортные телевизоры с моношасси определяют после анализа принципиальной схемы подлежащего доработке аппарата и оценки собственных возможностей. В некоторых случаях для подключения конструкции можно воспользоваться маломощным электромагнитным реле, которое в нужный момент времени включало бы динамические головки телевизора через добавочный резистор. Для реализации такого варианта управления транзистор VT8 должен быть более мощным.

Рис. 2

В устройстве можно использовать резисторы С1-4, С2-23, С2-33 и другие аналогичные; подстроечный R16 — любой малогабаритный. Оксидные конденсаторы — любые, остальные — К10-17, КМ-5, КМ-6, К73-17, К73-24. Конденсатор C4 должен быть с возможно меньшим током утечки. Указанные на схеме диоды заменяемы на любые из серий КД503, КД510, КД521, 1N4148.

Транзистор КТ315А (VT4) — любой из этой же серии. Подойдет и стабилитрон, например, КС175А (катодом к затвору VT5, анод на общий провод). Полевые транзисторы — любые из серий КП501, ZWN2120, ZN2120 и подобных. Транзистор VT6 нужно установить с возможно меньшим начальным током коллектора, иначе потребуется уменьшить сопротивление резистора R12 при пропорциональном увеличении емкости конденсатора C4. Подойдет любой из серий КТ3102, КТ6111, КТ6113, BC547, BC556, SS9014, 2SC1222, 2SC1845. Микросхема К561ЛА7 заменима аналогами КР1561ЛА7, CD4011A.

Фототранзисторы L-51P3C фирмы Kingbright имеют темновой ток не более 100 нА. Их заменяют аналогичными L-51P3. Вместо них можно применить и отечественные ИК фотодиоды, например, ФД320, ФД263 и др. Фототранзисторы на передней панели телевизора устанавливают в углы некоторого треугольника, а светодиод HL1 размещают в его центре, что значительно облегчит наведение на них лазерной указки. Светодиод может быть любой аналогичный двухкристальный, например, L-93WGYC.

Ток, потребляемый устройством, не превышает 35 мА. В телевизоре его можно подключить к любому вторичному источнику стабилизированного напряжения 9...12 В, гальванически не связанному с напряжением сети. В старых отечественных телевизорах, как правило, всегда есть достаточно мощный источник напряжения +12 В, в современных — +9, +12 В.

Детали устройства монтируют на односторонне фольгированной печатной плате, чертеж которой представлен на **рис. 2**. Желательна ее экранировка.

Налаживание устройства сводится к подбору резистора R1 так, чтобы чувствительности фототранзисторов было недостаточно для ложного включения устройства при наиболее ярком освещении комнаты. Если фототранзисторы заменить фотодиодами, резистор R1 может иметь сопротивление несколько десятков и даже сотен килоом. Выдержка времени, на которую будет понижаться громкость, зависит от номиналов конденсатора C4 и резистора R12. Подстроечным резистором R16 задают уровень понижения громкости. Сенсор, в качестве которого можно использовать, например, металлический корпус миниатюрного транзистора, подключают к устройству экранированным проводом.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

УМЗЧ С КОМПЛЕМЕНТАРНЫМИ ПОЛЕВЫМИ ТРАНЗИСТОРАМИ

А. ПЕТРОВ, г. Могилев, Белоруссия

Представляем читателям вариант стоваттного УМЗЧ с полевыми транзисторами. В этой конструкции корпусы мощных транзисторов можно монтировать на общем теплоотводе без изоляционных прокладок, и это существенно улучшает теплопередачу. В качестве второго варианта блока питания предложен мощный импульсный преобразователь, который должен иметь достаточно малый уровень собственных помех.

Применение полевых транзисторов (ПТ) в УМЗЧ до недавних пор сдерживалось скудным ассортиментом комплементарных транзисторов, а также их низким рабочим напряжением. Качество звуковоспроизведения через УМЗЧ на ПТ часто оценивают на уровне ламповых и даже выше за то, что по сравнению с усилителями на биполярных транзисторах они создают меньшие нелинейные и интермодуляционные искажения, а также имеют более плавное нарастание искажений при перегрузках. Они превосходят ламповые усилители как по демпфированию нагрузки, так и по ширине рабочей полосы звуковых частот. Частота среза таких усилителей без ООС значительно выше, чем у УМЗЧ на биполярных транзисторах, что благоприятно сказывается на всех видах искажений.

Нелинейные искажения в УМЗЧ вносит в основном выходной каскад, и для их уменьшения обычно используют общую ООС. Искажения во входном дифференциальном каскаде, используемом как сумматор сигналов от источника и цепи общей ООС, могут быть и невелики, но с помощью общей ООС снизить их невозможно.

Перегрузочная способность дифференциального каскада на полевых транзисторах примерно в 100...200 раз выше, чем с биполярными транзисторами.

Применение полевых транзисторов в выходном каскаде УМЗЧ позволяет отказаться от традиционных двух- и трехкаскадных повторителей по схеме Дарлингтона с присущими им недостатками.

Хорошие результаты дает использование в выходном каскаде полевых транзисторов со структурой металл—диэлектрик—полупроводник (МДП). В связи с тем, что управление током в выходной цепи осуществляется входным напряжением (аналогично электровакуумным приборам), то при бóльших токах быстродействие каскада на полевых МДП-транзисторах в режиме переключения достаточно высокое ($\tau \approx 50$ нс). Такие каскады обладают хорошими передаточными свойствами на высоких частотах и имеют эффект температурной самостабилизации.

К достоинствам полевых транзисторов относятся:

— малая мощность управления в статическом и динамическом режимах;

— отсутствие теплового пробоя и слабая подверженность вторичному пробою;

— термостабилизация тока стока, обеспечивающая возможность параллельного включения транзисторов;

— передаточная характеристика близка к линейной или квадратичной;

— высокое быстродействие в режиме переключения, благодаря чему снижаются динамические потери;

— отсутствие явления накопления избыточных носителей в структуре;

— малый уровень шумов;

— малые габариты и масса, большой срок службы.

Но кроме достоинств, эти приборы имеют и недостатки:

— выход из строя при электрических перегрузках по напряжению;

— возможно возникновение искажений термического происхождения на низких частотах (ниже 100 Гц). На этих частотах сигнал изменяется так медленно, что за один полупериод температура кристалла успевает измениться и, следовательно, изменяются пороговое напряжение и крутизна транзисторов.

Последний из отмеченных недостатков ограничивает выходную мощность, особенно при низких напряжениях питания; выход из положения — параллельное включение транзисторов и введение ООС.

Следует отметить, что в последнее время зарубежными фирмами (например, Exicon и др.) разработано немало полевых транзисторов, пригод-

Таблица 1

Тип	Аналог	$U_{СИ\,max}$, В	$U_{ЗИ\,max}$, В	$I_{С\,max}$, А	$R_{СИ}$, Ом	P_{max}, Вт	Корпус
Транзисторы с каналом n-типа							
IRFZ34	КП727Б	60	±20	30	0,05	88	TO-220
IRF532	КП745В	100	±20	12	0,23	88	TO-220
IRF540	КП746А	100	±20	28	0,077	150	TO-220
IRF630N	—	200	±20	9,5	0,3	82	TO-220
IRF640N	—	200	±20	18	0,15	150	TO-220
2SK1058	—	160	±20	7	0,4	100	TO-3P
2SK1529	—	180	±20	10	—	120	TO-218
EC10N20	—	200	±20	8	—	125	TO-3
Транзисторы с каналом p-типа							
IRF9Z34	КП784А	–60	±20	18	0,14	88	TO-220
IRF9532	—	–100	±20	12	0,23	88	TO-220
IRF9540	КП785А	–100	±20	19	0,2	150	TO-220
IRF9630N	—	–200	±20	6,5	0,8	40	TO-220
IRF9640N	—	–200	±20	11	0,5	50	TO-220
2SJ162	—	–160	±20	7	0,8	100	TO-3P
2SJ200	—	–180	±20	10	0,4	120	TO-218
EC10P20	—	–200	±20	—	—	125	TO-3

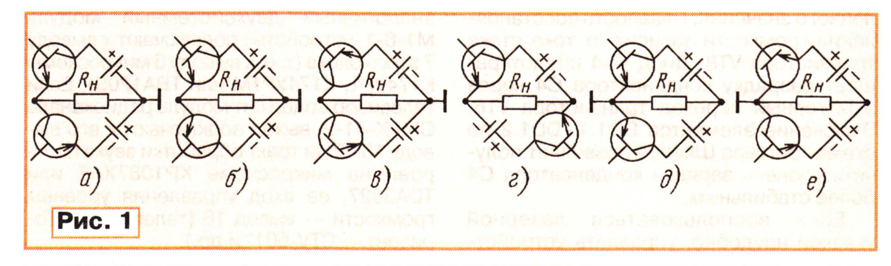


Рис. 1

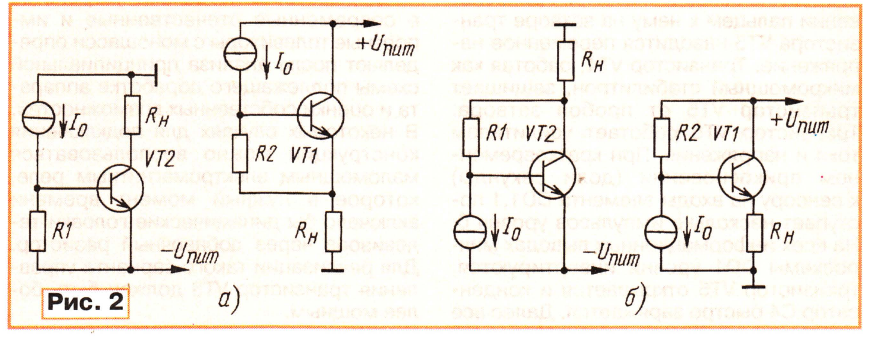


Рис. 2

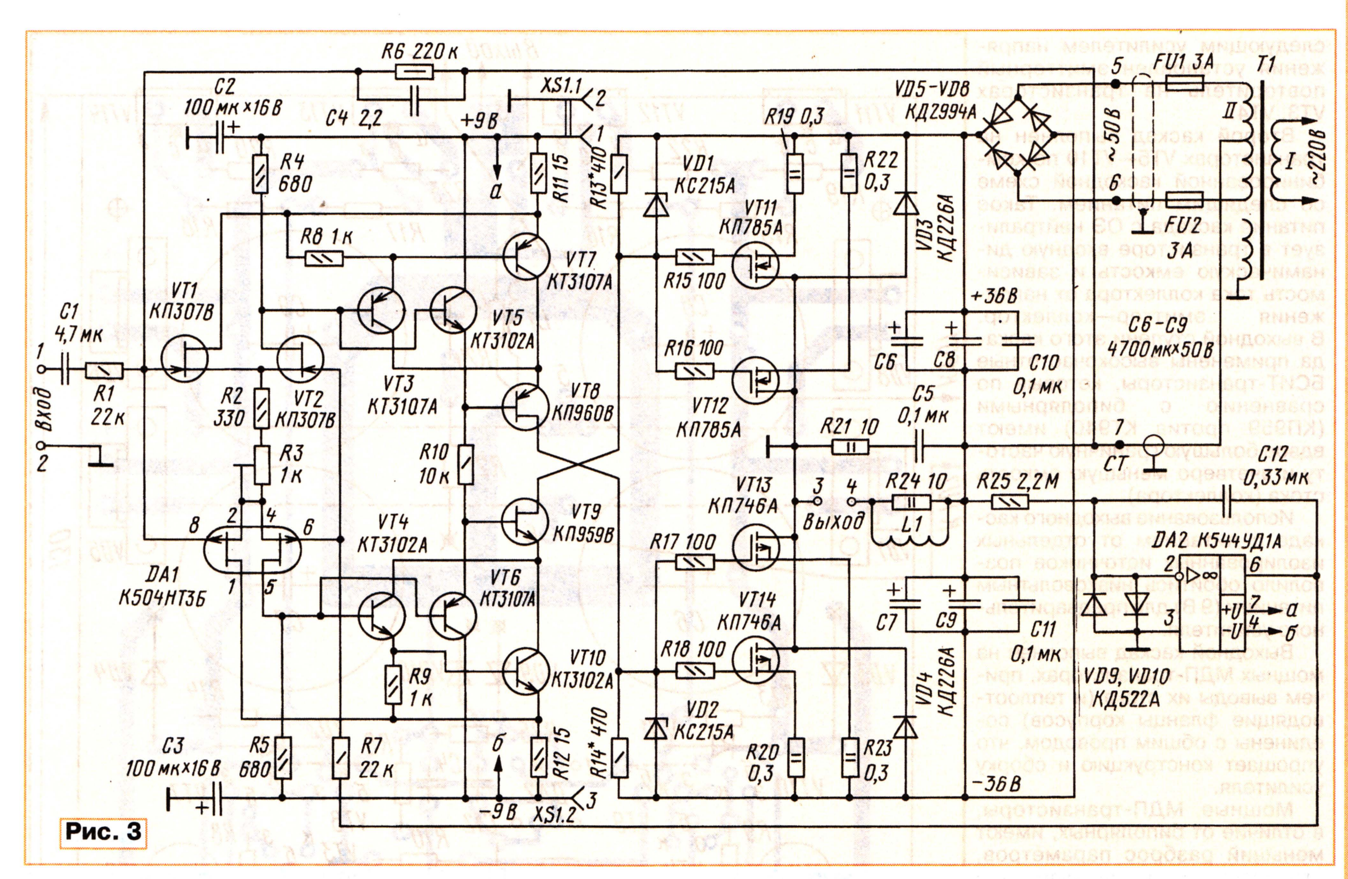


Рис. 3

ных для аудиоаппаратуры: EC-10N20, 2SK133—2SK135, 2SK175, 2SK176 с каналом n-типа; EC-10P20, 2SJ48—2SJ50, 2SJ55, 2SJ56 с каналом p-типа. Такие транзисторы отличаются слабой зависимостью крутизны (forward transfer admitance) от тока стока и сглаженными выходными ВАХ.

Параметры некоторых полевых транзисторов, в том числе и производства Минского производственного объединения "Интеграл", приведены в **табл. 1**.

Большинство транзисторных бестрансформаторных УМЗЧ выполнены по полумостовой схеме. При этом нагрузка включается в диагональ моста, образованного двумя источниками питания и двумя выходными транзисторами усилителя (**рис. 1**).

Когда комплементарных транзисторов не было, выходной каскад УМЗЧ выполняли преимущественно на транзисторах одинаковой структуры с нагрузкой и источником питания, соединенными с общим проводом (рис. 1,а). Два возможных варианта управления выходными транзисторами представлены на **рис. 2**.

В первом из них (рис. 2,а) управление нижним плечом выходного каскада оказывается в более выгодных условиях. Так как изменение напряжения питания мало́, эффект Миллера (динамическая входная емкость) и эффект Эрли (зависимость тока коллектора от напряжения эмиттер—коллектор) практически не проявляются. Цепь управления верхним плечом включена здесь последовательно с самой нагрузкой, поэтому без принятия дополнительных мер (например, каскодного включения приборов) указанные эффекты проявляются в значительной степени. По этому принципу был разработан ряд удачных УМЗЧ [1—3].

По второму варианту (рис. 2,б — такой структуре больше соответствуют МДП-транзисторы) также был разработан ряд УМЗЧ, например [4, 5]. Однако и в таких каскадах трудно обеспечить, даже с применением генераторов тока [5], симметрию управления выходными транзисторами. Другой пример симметрирования по входному сопротивлению — выполнение плеч усилителя по квазикомплементарной схеме или применение комплементарных транзисторов (см. рис. 1,б) в [6].

Стремление к симметрированию плеч выходного каскада усилителей, выполненных на транзисторах одной проводимости, привело к разработке усилителей с незаземленной нагрузкой по схеме рис. 1,г [7—9]. Однако и здесь не удается добиться полной симметрии предыдущих каскадов. Цепи отрицательной ОС с каждого плеча выходного каскада неравнозначны; цепи ООС этих каскадов [7, 8] контролируют напряжение на нагрузке по отношению к выходному напряжению противоположного плеча. Кроме того, такое схемотехническое решение требует изолированных источников питания. Из-за перечисленных недостатков оно не нашло широкого применения.

С появлением комплементарных биполярных и полевых транзисторов выходные каскады УМЗЧ преимущественно строят по схемам рис. 1,б, в. Однако и в этих вариантах для раскачки выходного каскада необходимо применять высоковольтные приборы. Транзисторы предвыходного каскада работают с большим коэффициентом усиления по напряжению, а поэтому подвержены эффектам Миллера и Эрли и без общей ООС вносят значительные искажения, что требует от них высоких динамических характеристик. Питание предварительных каскадов повышенным напряжением снижает и КПД усилителя.

Если в рис. 1,б, перенести точку соединения с общим проводом в противоположное плечо диагонали моста, получим варианты на рис. 1,д [10] и 1,е соответственно. В структуре каскада по схеме рис. 1,е автоматически решается проблема изоляции выходных транзисторов от корпуса. Усилители, выполненные по таким схемам, свободны от ряда перечисленных недостатков.

Особенности схемотехники усилителя

Вниманию радиолюбителей предлагается инвертирующий УМЗЧ (**рис. 3**), соответствующий структурной схеме выходного каскада на рис. 1,е.

Входной дифференциальный каскад выполнен на полевых транзисторах (VT1, VT2 и DA1) по симметричной схеме. Их преимущества в дифференциальном каскаде общеизвестны: высокие линейность и перегрузочная способность, малые шумы. Применение полевых транзисторов существенно упростило этот каскад, так как отпала необходимость в генераторах тока. Для увеличения коэффициента усиления с разомкнутой петлей ОС сигнал снимается с обоих плеч дифференциального каскада, а перед по-

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

следующим усилителем напряжения установлен эмиттерный повторитель на транзисторах VT3, VT4.

Второй каскад выполнен на транзисторах VT5—VT10 по комбинированной каскодной схеме со следящим питанием. Такое питание каскада с ОЭ нейтрализует в транзисторе входную динамическую емкость и зависимость тока коллектора от напряжения эмиттер—коллектор. В выходной ступени этого каскада применены высокочастотные БСИТ-транзисторы, которые по сравнению с биполярными (КП959 против КТ940) имеют вдвое большую граничную частоту и вчетверо меньшую емкость стока (коллектора).

Использование выходного каскада с питанием от отдельных изолированных источников позволило обойтись низковольтным питанием (9 В) для предварительного усилителя.

Выходной каскад выполнен на мощных МДП-транзисторах, причем выводы их стока (и теплоотводящие фланцы корпусов) соединены с общим проводом, что упрощает конструкцию и сборку усилителя.

Мощные МДП-транзисторы, в отличие от биполярных, имеют меньший разброс параметров, что облегчает их параллельное включение. Основной разброс токов между приборами возникает из-за неравенства пороговых напряжений и разброса входных емкостей. Введение дополнительных резисторов сопротивлением 50...200 Ом в цепи затворов обеспечивает практически полное выравнивание задержек включения и выключения и устраняет разброс токов при переключении.

Все каскады усилителя охвачены местной и общей ООС.

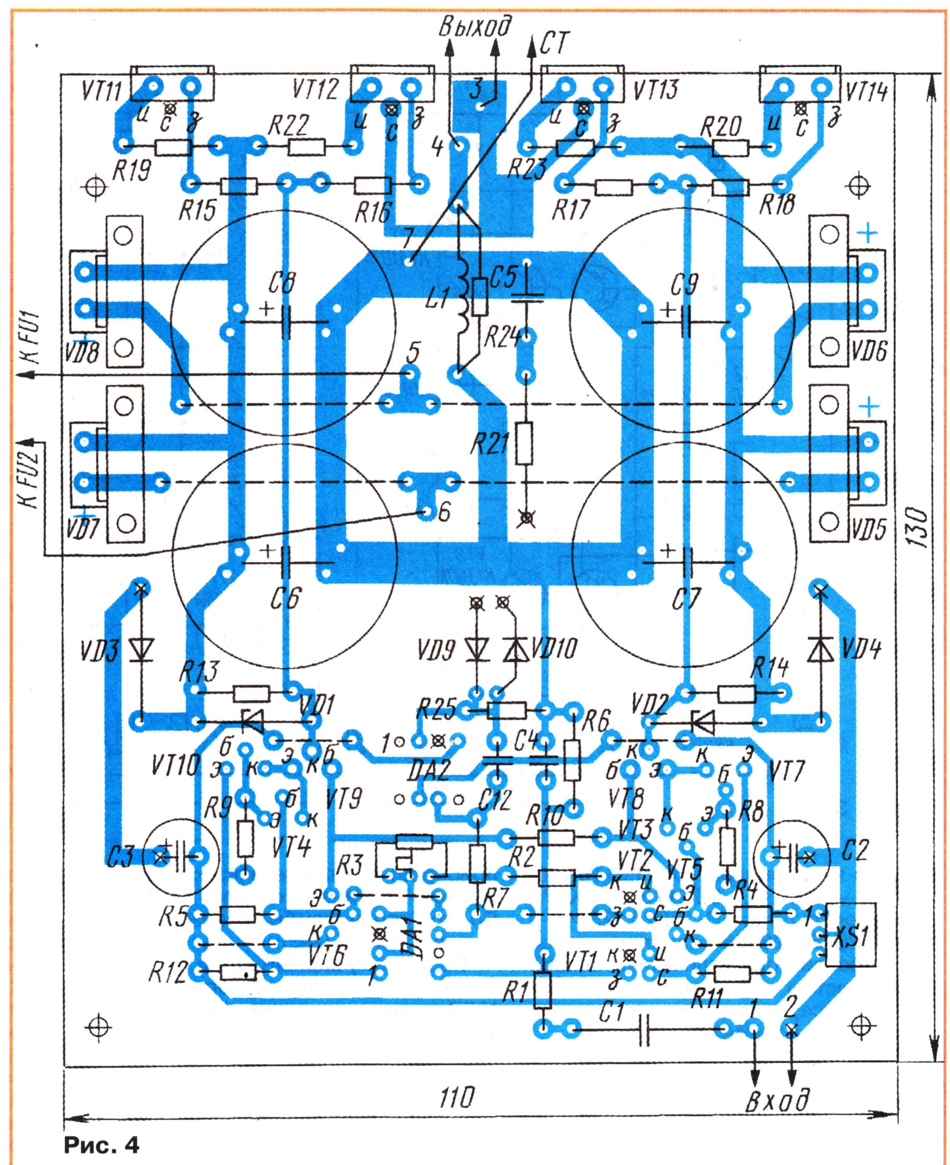


Рис. 4

Основные технические характеристики

С разомкнутой ООС (R6 заменен на 22 МОм, С4 исключен)

Частота среза, кГц 300
Коэффициент усиления по напряжению, дБ 43
Коэффициент гармоник в режиме АВ, %, не более 2

С включенной ООС

Выходная мощность, Вт
на нагрузке 4 Ом 100
на нагрузке 8 Ом 60
Диапазон воспроизводимых частот, Гц ....4...300000
Коэффициент гармоник, %, не более 0,2
Номинальное входное напряжение, В 2
Ток покоя выходного каскада, А 0,15
Входное сопротивление, кОм 24

Благодаря тому что частота среза усилителя с разомкнутой цепью ООС относительно высока, глубина обратной связи и коэффициент гармоник во всей полосе воспроизводимых частот практически постоянны.

Снизу полоса рабочих частот УМЗЧ ограничена емкостью конденсатора С1, сверху — С4 (при емкости 1,5 пФ частота среза равна 450 кГц).

Конструкция и детали

Усилитель выполнен на плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита (**рис. 4**). Плата со стороны установки элементов максимально заполнена фольгой, соединенной с общим проводом. Транзисторы VT8, VT9 снабжены небольшими пластинчатыми теплоотводами в виде "флажка". В отверстия для выводов стока мощных полевых транзисторов установлены пистоны; выводы стока транзисторов VT11, VT14 соединены с общим проводом со стороны фольги (на рисунке отмечены крестами).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Хлупнов А.** Любительские усилители низкой частоты. —М.: Энергия, 1976, с. 22.

2. **Акулиничев И.** Усилитель НЧ с синфазным стабилизатором режима. — Радио, 1980, № 3, с. 47.

3. **Гаревских И.** Широкополосный усилитель мощности. — Радио, 1979, № 6, с. 43.

4. **Колосов В.** Современный любительский магнитофон. — М.: Энергия, 1974.

5. **Борисов С.** МДП-транзисторы в усилителях НЧ. — Радио, 1983, № 11, с. 36—39.

6. **Дорофеев М.** Режим В в усилителях мощности ЗЧ. — Радио, 1991, № 3, с. 53.

7. **Сырицо А.** Мощный усилитель НЧ. — Радио, 1978, № 8, с. 45—47.

8. **Сырицо А.** Усилитель мощности на интегральных ОУ. — Радио, 1984, № 8, с. 35—37.

9. **Якименко Н.** Полевые транзисторы в мостовом УМЗЧ. — Радио, 1986, № 9, с. 38, 39.

10. **Виноградов В.** Устройство защиты АС. — Радио, 1987, № 8, с. 30.

(Окончание следует)

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

Многоканальное усиление в УМЗЧ с крайне глубокой ООС

А. ЛИТАВРИН, г. Березовский Кемеровской обл.

На основе изложенных здесь принципов, объединенных технологией МКУС, автором разработана схема относительно простого трехканального УМЗЧ, представленная на **рис. 2**. Его номинальная мощность $P_{вых}$ = 75 Вт при работе на нагрузку $R_н$ = 4 Ом.

В главном канале усиления (DA1, VT1) применен радиочастотный ОУ AD812. Его частота единичного усиления F_1 = 100 МГц, ЭДС собственных шумов $E_ш$ = 4 нВ/$\sqrt{Гц}$, а коэффициент усиления — около 40 дБ на частоте 3 МГц, соответствующей частоте $F_{гр}$ мощных транзисторов УНЧ (А1 на рис. 2), что позволяет эффективно подавлять искажения выходного каскада УНЧ. Именно главный канал определяет частоту замыкания петли ООС ($F_{зам}$) и устойчивость УМЗЧ на частотах выше $F_{гр}$. Весьма малое и стабильное *время реакции* петли ООС обеспечивается быстродействием главного канала и работой повторителя на VT1 в режиме класса А, что исключает джиттероподобные явления (фазовую модуляцию).

В данной схеме главный канал работает в полосе от звуковых частот до частоты $F_{зам}$. Специфика и приоритет главного канала состоят в его работе на частотах, близких к $F_{зам}$, и замыкании петли ООС. Рассмотрим работу УМЗЧ в полосе частот от $F_1 \approx F_{гр} \approx$ 3 МГц до $F_{зам} \approx$ 250 МГц, используя для анализа *импульсный* сигнал с крутыми фронтами. Входной сигнал через резисторы R1, R2 приходит на сигнальный вход УМЗЧ (точка А), далее через резистор R9 — на вход ОУ DA1, VT1, эмиттер которого и есть выход главного канала (точка В). С выхода главного канала через элементы С7, С8 и R22 согласующего устройства сигнал проходит на выход УМЗЧ (точка С), где этот сигнал доминирует над сигналом, пришедшим с УНЧ, и далее через цепь С2, R3 замыкает цепь ООС на сигнальный вход УМЗЧ в точку А. Низкоомная цепь ВЧ ООС (элементы С1, С2, R2, R3) обеспечивает качественное деление сигнала на этих частотах, при этом индуктивности L1 и Т1 отделяют паразитные (монтажные) емкости.

Сигнал, действующий в точке А, дополнительно усиливается вторым (DA2) каналом усиления. Этот дополнительный канал усиления включен по критерию подавления сигнала основного канала (DA1) на его входе. Для сигнала канал DA2 является предварительным усилителем, он "выключается" лишь на самых высоких частотах (выше 10 МГц), где возникает недопустимый по условиям устойчивости набег по фазе. Усиленный ОУ DA2 сигнал через устройство обеспечения приоритета DA1 (делитель сигнала R10R11) поступает на неинвертирующий вход DA1. На звуковых частотах на выходе DA2 действует очень низкий уровень сигнала, т. е. он работает практически в статическом режиме.

Таким образом, последовательно усиленный двумя ОУ (DA2, DA1) сигнал также приходит на выход главного канала усиления (точка В). Там сигнал ответвляется через резистор R23 на третий канал усиления — А1 (УНЧ), с выхода которого сигнал звуковой и "нулевой" частоты через устройство согласования (вторичную обмотку трансформатора Т1) приходит на выход УМЗЧ (точка С). На частотах, где быстродействие УНЧ ограничено, выходной каскад на VT2 с трансформатором Т1 работает по критерию подавления амплитудной и фазовой ошибки на выходе УНЧ.

Применение индуктивности в виде Т1 диктуется необходимостью выполнения двух противоречивых условий: весьма низким сопротивлением устройства согласования на звуковых частотах и высоким на частотах, близких к $F_{гр}$, мощных транзисторов. Здесь следует подчеркнуть, что вопрос корректного согласования низкоомных ВЧ и НЧ структур очень важен вследствие возникновения различных паразитных резонансов. В данном случае резонанс возникает в контуре, состоящем из конденсатора С7 и индуктивности вторичной обмотки Т1, и тесно увязан с усилением и фазой на выходе УНЧ. Цепь С8, R22 снижает частоту и добротность этого контура. Колебательный контур из элементов С9, R27 и индуктивности первичной обмотки трансформатора Т1 снижают их еще ниже, так как настроены на еще более низкую частоту.

Трансформатор следует рассматривать как фильтр (ФНЧ) и как элемент сумматора сигналов на выходе УМЗЧ, который подавляет остатки паразитных резонансных проявлений и фазовую погрешность, используя усилительные ресурсы главного канала на DA1. Первичная обмотка Т1 подключена к эмиттерному повторителю на транзисторе VT2, который при этом одновременно является стабилизатором тока для VT1. Приоритет главного канала (DA1) обеспечивается, если трансформатор понижающий. Напряжение вторичной обмотки Т1 фактически включается последовательно с напряжением, приходящим с выхода УНЧ.

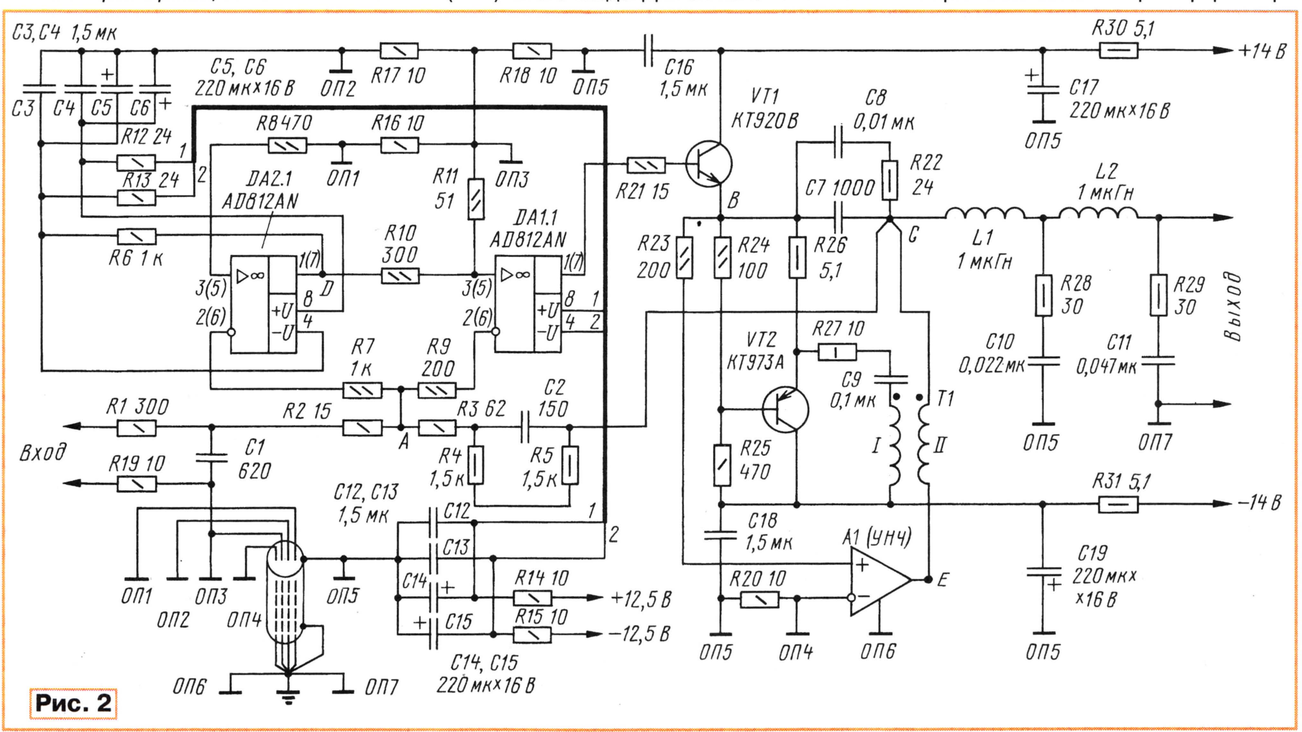


Рис. 2

Окончание. Начало см. в "Радио", 2004, № 3

E-mail: audio@radio.ru тел. 208-83-05

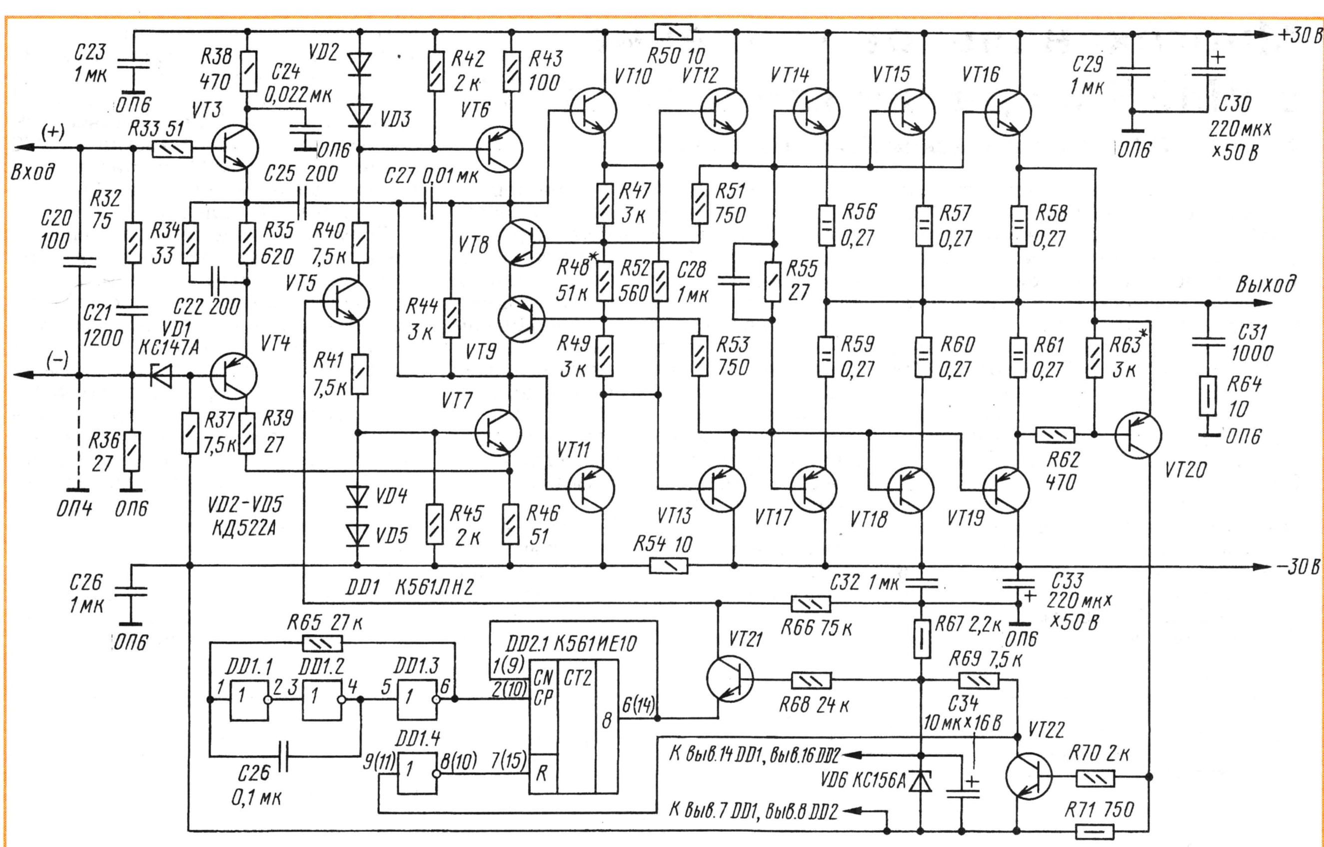


Рис. 3

Для эффективного подавления искажений УНЧ трансформатор должен быть достаточно широкополосным, обладать высоким КПД (хорошим потокосцеплением) на частотах порядка $F_{гр}$.

Питание радиочастотных микросхем необходимо от отдельного двуполярного стабилизатора с напряжением ±12,5 В.

Теперь об УНЧ, схема которого показана на **рис. 3**. Его выходной каскад — это мощный симметричный эмиттерный повторитель, управляемый генератором тока [8]; схема классическая и в комментариях не нуждается. Включен УНЧ по критерию подавления сигнала на выходе главного канала. Перед УНЧ включено устройство создания приоритета главного канала (DA1) — делитель из резисторов R23 (см. рис. 2) и R32 (рис. 3). Его задача — снижение усиления УНЧ на частотах около $F_{гр}$ с минимальным изменением фазы, а на более высоких частотах — уменьшение усиления до нуля посредством C20. Это улучшает перегрузочные характеристики и помехозащищенность УНЧ.

Итак, вклад УНЧ в выходной сигнал УМЗЧ на высоких частотах (выше 3 МГц) трижды снижается: в результате глубокой ООС (в силу спада АЧХ на частотах $F_{гр}$), делителем R23R32 и C20, а также из-за высокого индуктивного сопротивления обмотки T1. На частоте около 15 МГц напряжение на выходе УНЧ (в точке E) отстает по фазе от напряжения на выходе УМЗЧ (в точке C) на 180°! Конденсатор C25 в УНЧ выполняет двойную функцию. Кроме создания частотной коррекции УНЧ, в каскаде на транзисторах VT6, VT7 он образует параллельный канал на частотах выше 3 МГц. Сигнал с эмиттера VT3 поступает через конденсатор C25 (в обход VT4 и VT7) на выходные эмиттерные повторители (с входным уровнем УНЧ), уменьшая время прохождения сигнала через УНЧ.

Здесь нужно указать на неоднозначную роль цепи коррекции на опережение посредством конденсатора C22. Этот конденсатор уменьшает фазовый сдвиг сигнала на выходе УНЧ (на частотах порядка 3 МГц), при этом снижается уровень сигнала на выходе основного канала (точка B). Но конденсатор C22 форсирует усиление на частотах выше $F_{гр}$, что ухудшает перегрузочные характеристики канала и увеличивает его искажения. Поэтому применение C22 оправдано лишь при использовании недостаточно высокочастотных транзисторов (серии КТ818, КТ819); в других случаях цепь R34, C22 следует исключить.

Таким образом, сигнал на выходе УМЗЧ (точка C) фактически является сборным. Сигналы в полосе рабочих частот проходят на выход с УНЧ через вторичную обмотку T1, а компенсационный сигнал для подавления искажений УНЧ на высоких частотах — через транзисторы VT1, VT2 и трансформатор T1.

Последовательное усиление всех каналов (DA2, DA1, УНЧ) на частоте 20 кГц достигает 160 дБ, что снижает ошибку при введенной ООС до значения менее 0,0001 %. Малость этой ошибки (уровень сигнала в точке A) можно наглядно оценить после ее усиления радиочастотным ОУ DA2 (в точке D), используя известную читателям журнала методику И. Т. Акулиничева [3]. Но в силу огромного запаса усиления внутри петли ООС величина ошибки очень мала (менее 1 мВ) и она практически линейна.

Однако здесь нужно обратить внимание на уровень наводок и паразитных связей в сигнальных цепях, в том числе и через общие провода. Например, ток в цепи ООС (через элементы C1, C2, R2—R5) на частоте 20 кГц создает падение напряжения на проводе ОП3 на уровне нескольких микровольт по отношению к прецизионной цепи ОП1. Эта наводка на ОП3 линейна и не представляет какой-либо опасности. Но несмотря на мизерность, усиленная в тысячи раз наводка заметно увеличивает уровень сигнала на выходе ОУ DA2. Для корректного наблюдения величины ошибки в цепи ООС следует применить один общий провод для всех каскадов, замкнув ОП1—ОП4 на ОП5, и дополнительный усилитель на 20...40 дБ. Осциллограммы синусоидального сигнала частотой 20 кГц приведены на **рис. 4** при работе УМЗЧ с выходной мощностью $P_{вых}$ = 75 Вт; сверху вниз: выход DA2 (точка D) при цене деления 1 мВ, выход DA1 (точка B) — при цене деления 0,5 В.

Высокочастотные помехи на входе усилителя ослабляются фильтром R1C1, причем его конденсатор также входит в цепь ООС на ВЧ (R2/R3 = C2/C1). Низкоомная цепь ООС радикально снижает влияние ВЧ наводок и паразитных емкостей. Резисторы R7 и R9 эффективно повышают перегрузочную способность радиочастотных ОУ, существенно снижая на ВЧ усиление их входных каскадов.

Совокупность перечисленных мер основательно снижает внутрипетлевое усиление на близких к $F_{зам}$ частотах, исключая усиление УНЧ на граничной частоте мощных транзисторов, что обеспечивает высокие перегрузочные характеристики. На частотах ниже 200 кГц усиление определяется отношением (R3+R4+R5)/(R1+R2) =10.

Транзисторы VT8, VT9 стабилизируют ток покоя выходного каскада [3] по критерию стабилизации напряжения смещения на базах выходных транзисторов. При токовой перегрузке транзисторы VT5 и VT20—VT22 блокируют УНЧ (VT10—VT19) на восемь тактов генератора, выполненного на элементах DD1.1—DD1.3 (т. е. примерно на 30 мс).

Контроль и настройку УМЗЧ следует осуществлять в полосе 100 МГц. Для этого целесообразно увеличить частоту среза петли ООС, уменьшив в два раза сопротивления резисторов R1 и R4+R5. После, отключив DA2 (для этого достаточно отпаять один из выводов R10), в точке С контролируют монотонный спад его АЧХ на частотах выше 1 МГц. При необходимости снижают усиление основного канала DA1, увеличивая сопротивление R9.

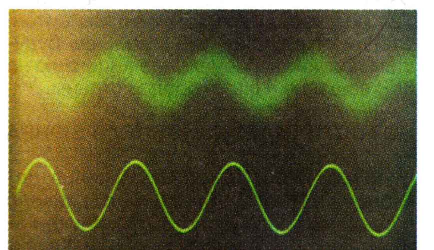


Рис. 4

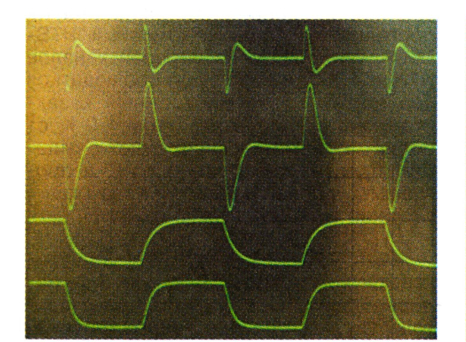


Рис. 5

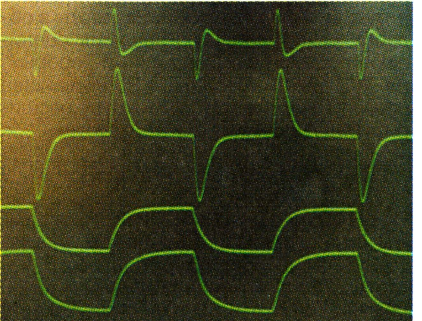


Рис. 6

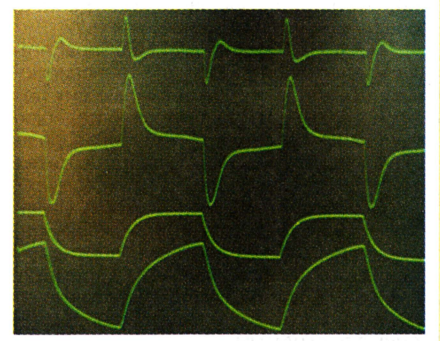


Рис. 7

Далее подают на вход импульсный сигнал "меандр" с частотой 250 кГц при размахе напряжения 0,5 В. Больший уровень сигнала подавать нет смысла, так как выходная мощность УМЗЧ на частотах выше 250 кГц сильно увязана с мощностью выходного каскада основного канала усиления (VT1, VT2). При этом наиболее информативным следует считать предыскаженный сигнал с выхода DA1 (точка В), который, по сути, является многократно усиленным сигналом ошибки петли слежения ООС.

Сигнал в точке В должен иметь импульсный характер с формой, близкой к экспоненте. При корректной настройке импульсы должны быть относительно короткими, их фронты — крутыми, а спады — пологими и плавными. На их осциллограммах ни в коем случае не должно наблюдаться каких-либо резонансов или изломов. Импульсные сигналы в разных точках УМЗЧ, измеренные при удвоенной частоте среза, показаны на осциллограммах **рис. 5**; при работе на резистивную нагрузку сопротивлением 4 Ом — на осциллограммах **рис. 6**; при работе на реактивную нагрузку (конденсатор емкостью 1 мкФ) — на осциллограммах **рис. 7**. Соответственно сверху вниз: выход DA2 (точка D) при цене деления 0,2 В, выход DA1 (точка В) при цене деления 2 В, выход УМЗЧ (точка С) и выход УНЧ (точка Е) при цене деления 5 В. Скорость развертки для этих осциллограмм — 1 мкс на деление.

При необходимости в первую очередь регулируют усиление и коррекцию УНЧ (элементы R35, R34, C22, C25), коэффициент ослабления сигнала устройства приоритета (R23, R32, C20, C21) и после этого настраивают согласующее устройство (C7, C8 и R22, C9 и R27, T1), исключая колебательный процесс установления сигнала на выходе DA1 (точка В).

Далее подключают и подбирают резистор R10 по критерию минимума амплитуды импульсов на выходе DA2 при высокой линейности (плавности) последних. После чего выбирают номинал на 10...20 % больше и впаивают на плату.

Регулируют ток покоя выходного каскада УНЧ на уровне около 100 мА подбором резистора R48, ток срабатывания блокировки УНЧ (8 А) — R63, а ток покоя транзистора VT1 (200 мА) — R25 соответственно. И наконец, проверяют работу УМЗЧ на отсутствие возбуждения УНЧ при перегрузке большим входным сигналом в полосе 30...300 кГц. Возбуждение УНЧ свидетельствует о его весьма низких скоростных и перегрузочных свойствах, о большом усилении на $F_{гр}$, о излишне высокой частоте среза петли ООС или недостаточном приоритете основного канала, что возможно при изменении компонентов. После настройки восстанавливают частоту среза петли ООС.

Конструкция и детали

Именно главный канал определяет время задержки петли слежения ООС, усиление на высоких частотах и, как следствие, эффективность подавления разного рода паразитных резонансов и искажений. Таким образом, наиболее жесткие требования предъявляются к DA1: он должен быть радиочастотным, т. е. корректно работать при большом уровне ВЧ сигнала и при штатной нагрузке 50 Ом. Высокие требования предъявляются и к транзистору VT1, также вносящему временную задержку. Поэтому он должен быть высокочастотным (например, из серий КТ922, КТ925), а его ток достаточным для работы с ОУ DA1. В силу относительно небольшого тока VT1 (200 мА) импеданс нагрузки УМЗЧ на частотах выше 1 МГц должен быть больше, причем наличие фильтра (дросселя L1) обязательно. Другое назначение L1 — преградить проход высокочастотных колебаний от АС на выход УМЗЧ (в точку С) и далее в цепь ООС. Из-за очень высокой частоты замыкания петли ООС физическая длина основного канала усиления и цепи ООС на ВЧ должна быть минимальна, а реализация — с учетом требований к ВЧ устройствам.

Требования к ОУ DA2 менее жесткие, но следует подчеркнуть, что именно ОУ DA2 является предварительным усилителем, определяющим уровень шума, помех, прецизионность работы ООС, и, как следствие, он обязан работать в "тепличных" условиях. Условия следующие: наличие относительно высокоомного резистора во входной цепи (R7), что исключает перегрузку ОУ на частотах, близких к частоте $F_{зам}$; работа выходного каскада ОУ в малосигнальном режиме класса А; наличие отдельного источника питания или RC-фильтров в цепях питания для снижения помех. В конструкции важно наличие отдельных общих проводов: сигнального ОП1 и цепи питания ОП2.

"Вопрос о "земле" очень важен, ибо сигнал в каскадах усилителя определяется по отношению к общему проводу [8]. Наводка НЧ помехи на сигнальную часть или сигнальный общий провод фактически идентична. Поэтому цепи ОП1—ОП4 должны быть в экране (он же провод ОП5) и обязательно выполнены отдельными проводами. Экранировать следует и каскад на ОУ DA2. Резисторы R16—R20 обеспечивают более короткий путь замыкания токов ВЧ в обход общей точки замыкания всех ОП на корпус УМЗЧ.

(Окончание см. на с. 32)

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

НОВОСТИ ЭФИРА

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва
комментатор радиовещательной компании "Голос России"

РОССИЯ

МОСКВА. Российский министр по связи и информатизации Л. Рейман (в настоящее время — зам. министра), принимавший участие в заседании Всемирного экономического форума в Давосе (Швейцария) заявил в интервью агентству ИТАР-ТАСС, что (цитата): "...*Россия не ставит перед собой жестких сроков перехода на цифровое телевещание, уделяя главное внимание модернизации инфраструктуры... Вопрос перехода на цифровые технологии... в значительной степени — экономический. В России сегодня, например, не менее 30 млн. телевизоров, и для того, чтобы перейти на цифровое телевещание, все их нужно заменить современными. Но где на это взять деньги?... В нашей стране сейчас существует целый ряд опытных зон, в частности, в Москве и Санкт-Петербурге, но глобальный переход займет определенное время, и именно потому, что необходимо заменить парк приемной аппаратуры. Это вопрос будущего, хотя и недалекого...*".

Московская радиостанция "Наше время" на "Милицейской волне" продолжает расширять сеть вещания. С 1 января наступившего года станция начала вещание в Ростове-на-Дону (частота 101,2 МГц), Муроме (104,4 МГц), Сухиничах (103,8 МГц) и Медыни (73,52 МГц).

АСТРАХАНЬ. На частоте 103,7 МГц начала вещание радиостанция "Шансон".

САРАТОВ. Радиостанция "Европа Плюс" в этом городе освободила частоту 68,6 МГц. На второй частоте (103,5 МГц) она по-прежнему в эфире.

ТУЛА. На частоте 72,71 МГц заработала радиостанция "Тройка", транслирующая московские программы. До сих пор эту частоту занимал питерский радиоканал "Мелодия". С конца прошлого года на новой частоте 102,7 МГц работает также московское "Радио 7 — На Семи Холмах".

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ., НАДЫМ. На частоте 105,7 МГц заработало "Новое радио — Надым". Его сетевым партнером является московская радиостанция "Юность". Эфирное наполнение включает музыку, тематические и информационные программы.

ЯРОСЛАВЛЬ. Здесь вещают следующие радиостанции: на частоте 68,66 МГц — "Радио России" и ГТРК "Ярославия"; на частоте 69,56 МГц — радиостанция "Юность"; на частоте 70,34 МГц — радиостанции "Маяк" и "Ярославль"; на частоте 71,66 МГц — "Общественное Российское радио", а также радиостанция "Ярославль"; на частоте 72,26 МГц — "Русское Радио 2 — Ярославль"; на частоте 73,13 МГц — "LOVE Radio — Ярославль"; на частоте 73,94 МГц — радиостанции "Динамит", "Свобода" и "Голос Америки"; на частоте 100,6 МГц — независимая радиостанция "Элис"; на частоте 101,1 МГц — радиостанция "Хит FM — Ярославль"; на частоте 102,6 МГц — "Русское радио — Ярославль"; на частоте 103,3 МГц — радиоканал "Мелодия — Ярославль"; на частоте 104,5 МГц — радиостанция "Шансон — Ярославль"; на частоте 105,1 МГц — радиостанция "Европа Плюс — Ярославль"; на частоте 105,6 МГц — "Авторадио — Ярославль".

РОССИЯ/УКРАИНА. Московская радиостанция "Любовь" (или "Love Radio") расширяет сеть своего вещания. Теперь ее передачи ретранслируются в Нижнем Новгороде на частоте 104,9 МГц, а также в столице Украины Киеве — на частоте 95,2 МГц.

РОССИЯ/ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Британская вещательная корпорация "Би-Би-Си" и Всероссийская гостелерадиокомпания (ВГТРК) будут и дальше сотрудничать — такова суть подписанного в Лондоне договора, который называется: "О сотрудничестве в области обмена, производства, распространения теле- и радиопрограмм и иной профессиональной деятельности в области телевидения и радиовещания".

РОССИЯ/ГЕРМАНИЯ. Радиостанция "Голос России" вышла во внутренний эфир Германии на УКВ. С конца 2003 г. программы "Голоса России" на немецком языке стали доступны слушателям Берлина в диапазоне УКВ-2 на частоте 97,2 МГц. Это очень популярная частота в столице Германии, ею пользуются более миллиона слушателей. На ней звучат лучшие программы на немецком языке из многих европейских стран, в частности, "Ватиканское радио", "Радио Швеция", "Радио Прага", "Международное радио Китая" и "Голос Израиля". Эксперты в области международного вещания оценивают событие как "серьезный "прорыв" на УКВ рынок Берлина". В ближайшее время "Голос России" планирует расширить свое вещание на этой частоте.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

БЕЛОРУССИЯ/РОССИЯ. Программы белорусских региональных радиостудий транслируются с 16.00 на КВ (частота 7255 кГц) через передатчик мощностью 250 кВт в направлении России: по понедельникам — из Гомеля; по вторникам — из Витебска; по средам — из Могилева; по четвергам — из Бреста; по пятницам — из Гродно. Белорусский радиоканал "Культура" в эфире ежедневно — на частоте 1125 кГц.

ГРУЗИЯ/АБХАЗИЯ. Программа радио "Хара" на абхазском языке — в эфире по вторникам и пятницам с 08.00 до 08.30 на частоте 4875 кГц через 100-кВт передатчик в г. Душети.

ЛАТВИЯ. В скором времени из г. Риги начнет круглосуточное вещание радио "Gold 945 AM". Станция приобрела передатчик мощностью 2,7 кВт, и он уже установлен в Улброке. Частота — 945 кГц.

США. 5 января 2004 г. в г. Сидер Рэпидс, штат Айова, заработало первое в мире коммерческое цифровое "радио повышенной четкости" — "HD Radio". Внедрение нового формата, по словам его разработчиков, столь же революционно, как в свое время переход с черно-белого телевизионного вещания на цветное. Сигналы "HD Radio" передают сразу в цифровом виде, и качество звука теперь практически такое же, как на компакт-диске. Кроме того, технология гарантирует отсутствие помех и пропаданий сигнала. В будущем на базе "HD Radio" можно будет реализовать сервис платного заказа музыки. Станции "HD Radio" передают не только цифровой, но и для совместимости обычные АМ и ЧМ сигналы. Кроме того, в эфир можно транслировать данные, содержащие текстовую информацию о текущей композиции, новости, прогноз погоды, программу передач, рекламу и т. п. Текст отображается на экране приемника бегущей строкой аналогично системе "RDS". Приемник "Kenwood KTC-HR 100" (пока единственный в мире, способный принимать новый формат) уже продают за 350 долл.

ЮАР. После длительного молчания местное радио "Veritas", частично финансируемое за счет пожертвований слушателей, возобновило свое вещание и работает теперь с 10.00 до 14.00 на частоте 7240 кГц через передатчик в г. Мейертон. Станция планирует в ближайшем будущем получить специальную лицензию на УКВ вещание в ряде городов страны.

НОВОСТИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ЭФИРА

РОССИЯ/КАЗАХСТАН. В конце декабря ушедшего года было объявлено о создании совместного российско-казахстанского телепроекта "НТВ-Казахстан". Вещательная сетка канала с российской стороны будет основана на программном продукте компании "НТВ-Мир", состоящем из передач каналов НТВ и ТНТ. При этом будут соблюдаться все нормы, предусмотренные казахстанским законодательством: 50 % от общего объема вещания будет осуществляться на казахском языке, а программы, производимые в Казахстане, составят в общей сложности 80 %.

БЕЛОРУССИЯ/РОССИЯ. Республиканская комиссия по телевидению и радиовещанию предоставила представительству межгосударственной (российско-белорусской) телерадиокомпании "Мир" право наземного эфирного телерадиовещания на территории Белоруссии. Срок действия лицензии — 5 лет.

ЯПОНИЯ. Самую высокую в мире телевизионную башню высотой около 600 м решили совместными усилиями построить государственная телекомпания "NHK" и пять частных компаний, базирующихся в японской столице. Такое решение связано с начавшимся в декабре 2003 г. в Токио, Осаке и Нагое переводом национального телевидения на цифровое вещание. Рекордсменкой по высоте среди телебашен мира пока что является 553-метровая "Си-Эн Тауэр" в канадском городе Торонто. Останкинская башня в Москве, как известно, имеет высоту 540 м.

Хорошего приема и 73!

Время всюду — UTC.

Редактор — В. Поляков

Осциллограф

П. ВЕНДЕРЕВСКИЙ, г. Новосибирск

Осциллограф — один из самых необходимых в практике радиолюбителя приборов после мультиметра. Нет, недостатка в промышленных конструкциях не ощущается. Однако у многих ли читателей есть такой прибор? Наверное, нет — дорогое это удовольствие. А мы предлагаем всем желающим обратить внимание на описание устройства в этой статье. Несложный в изготовлении и налаживании прибор окажет большую помощь в налаживании изделий низкочастотной радиоэлектронной техники — усилителей, устройств магнитной записи звука, различного рода автоматических бытовых устройств.

В журнале "Радио", 2000, № 9, с. 56 была опубликована статья А. Пилтакяна "Измерительная мини-лаборатория". В этом приборе, наряду с другими устройствами, вниманию читателей был представлен осциллограф. Отличие предлагаемого в данной статье осциллографа в более высоких частотных свойствах генератора развертки и возможность исследования процессов не только в цепях переменного, но и постоянного тока. Минимальная частота генератора развертки — 25 Гц, максимальная — 25 кГц. Входное сопротивление — не менее 100 кОм. Прибор пригоден для наблюдения с относительной точностью эпюр сигналов в трактах звуковой частоты различной радиоаппаратуры, кадровой и строчной разверток телевизоров, а также для наблюдения переходных процессов в различных переключательных цепях.

Принципиальная схема осциллографа приведена на **рис. 1**. Исследование постоянного напряжения стало возможным из-за использования в качестве усилителя вертикального отклонения (Вход "Y") радиолампы. Как видно из схемы, на сетке правого триода лампы по отношению к корпусу прибора напряжение отсутствует. Это позволяет подключить усилитель непосредственно к исследуемому устройству, не используя разделительный конденсатор. Напряжение смещения рабочей точки –1,5 В, необходимое для работы каскада, все же существует. Им служит падение напряжения на светодиоде HL3, включенным в последовательную цепь с триодом и его нагрузкой. На управляющую сетку лампы это напряжение подается через резисторы в цепи сетки — R37 и R18, сопротивление которых существенно мало в сравнении с входным сопротивлением лампы. Напряжение смещения на сетке по отношению к катоду будет отрицательным, что как раз необходимо для работы радиолампы. В этом случае светодиод выполняет еще и роль стабилизатора напряжения.

Такой вариант построения каскада выбран не случайно. Классический способ формирования автосмещения применением резистора в катодной цепи лампы вызывает появление отрицательной обратной связи (ООС). ООС сама по себе полезна, так как улучшает частотные характеристики каскада, но в данном случае от нее придется избавиться. Это вызвано необходимостью построения каскада по схеме усилителя постоянного тока (УПТ).

Включение триодов лампы усилителей горизонтального (левый по схеме) и вертикального отклонений одинаково. Отличие лишь в том, что усилитель горизонтальной развертки имеет напряжение на катоде несколько больше, равное примерно 2,8 В. Светодиоды HL1 и HL2 и в этом каскаде выполняют роль стабилизации автосмещения, которое равно сумме значений напряжения на светодиодах и диоде VD1. Роль сеточного резистора в этом случае выполняют диод VD1 и сопротивление между эмиттером и коллектором выходного транзистора логического элемента DD1.4. Поэтому режим работы ламп по постоянному току в данном приборе устанавливают подбором светодиодов с необходимым напряжением стабилизации.

Генератор пилообразного напряжения горизонтальной развертки состоит из трех узлов. Первый — задающий генератор импульсов на транзисторах VT1 и VT2 по схеме неинвертирующего усилителя с положительной обратной связью через конденсаторы C5—C15 (в зависимости от длительности развертки), подключаемые секцией переключателя SA1.1. Один из названных конденсаторов совместно с резисторами R15 и R8.2 выполняют функцию цепи, задающей длительность выходных импульсов генератора. Переменный резистор R8 позволяет плавно подстраивать длительность развертки.

Второй узел устройства — цепь логических элементов микросхемы DD1. На элементах DD1.1 и DD1.2 выполнен триггер Шмитта. Он позволяет уменьшить время переходных процессов, придавая импульсам форму, более похожую на прямоугольную. Собственно говоря, на работе самого генератора пилообразного напряжения отсутствие триггера отрицательно не скажется, потому что сам генератор выдает импульсы довольно строгой формы. Здесь применение элементов логической микросхемы обусловлено другими причинами. Подключенное к генератору устройство гашения обратного хода луча трубки требует подачи на вход импульсов с противоположной фазой. Импульсы на выходе элемента DD1.3 обеспечивают нормальную работу устройства гашения. С увеличением частоты задающего генератора амплитуда импульсов на его выходе уменьшается. Триггер Шмитта делает их одинаковыми во всем частотном спектре. Триггер Шмитта в устройстве выполняет еще и роль буфера между задающим генератором и цепью выхода синхроимпульсов.

Третий узел генератора — формирователь пилообразного напряжения. Он состоит из диода VD1, резисторов R7, R8.1 и выбранного переключателем SA1.2 одного из конденсаторов C16—C26. Диод VD1 предотвращает зарядку конденсаторов выходным током элемента DD1.4. Ток, протекающий через резисторы R7 и R8.1, плавно заряжает конденсатор. Разрядка конденсатора происходит через элемент DD1.4. Таким образом, на выходе генератора сформировано пилообразное напряжение развертки с высокой линейностью.

Устройство синхронизации генератора развертки выполнено в виде однокаскадного усилителя на полевом транзисторе VT3. На вход транзистора поступает сигнал с выхода делителя сигнала вертикальной развертки через разделительный конденсатор C36. Усиленный сигнал из цепи стока транзистора подается через цепь согласования VD2, R23, R14, C27 на вход задающего каскада генератора импульсов. При появлении положительного импульса на входе транзистора VT1 конденсатор цепи обратной связи генератора приобретает дополнительный заряд. При этом ускоряется процесс переключения генератора и он начинает работать синхронно с исследуемым устройством.

Рассмотрим схему включения осциллографической трубки VL1. Она представляет собой цепи делителей, с которых поданы напряжения, необходимые для работы трубки. В ее питании участвуют два источника высокого напряжения: –290 В и +220 В. Катод трубки подключен к источнику –290 В через цепи регулирования яркости резистором R16. Фокусировка луча производится по первому аноду трубки подачей напряжения с переменного резистора R10. Второй анод трубки запитан от источника +220 В через делитель на резисторах R3 и R6, который обеспечивает напряжение около +115 В по отношению к корпусу прибора. В результате разность потенциалов между вторым анодом и катодом достигает 400 В, что вполне достаточно для нормальной работы трубки 5ЛО38И. Подключение второго анода к делителю вызвано необходимостью свести к минимуму разность напряжений между этим анодом и отклоняющими пластинами. Невыполнение этого условия приведет к сильной расфокусировке луча у границ экрана трубки и соответственно "размыванию изображения". Переменные резисторы R2 и R5 обеспечивают регулировку места расположения изображения на экране трубки по вертикали и по горизонтали, изменяя разность потенциалов между противоположными отклоняющими пластинами кинескопа.

Основную функцию в устройстве гашения обратного хода луча трубки выполняет выключатель, выполненный на транзисторе VT4. Его коллектор через разделительный конденсатор C29 соединен с модулятором кинескопа. С выхода элемента DD1.3 импульсы поступают через делитель напряжения на резисторах R29 и R30 на вход транзистора VT4. При открывании транзистора на

E-mail: measure@radio.ru
тел. 208-83-05

E-mail: measure@radio.ru
тел. 208-83-05

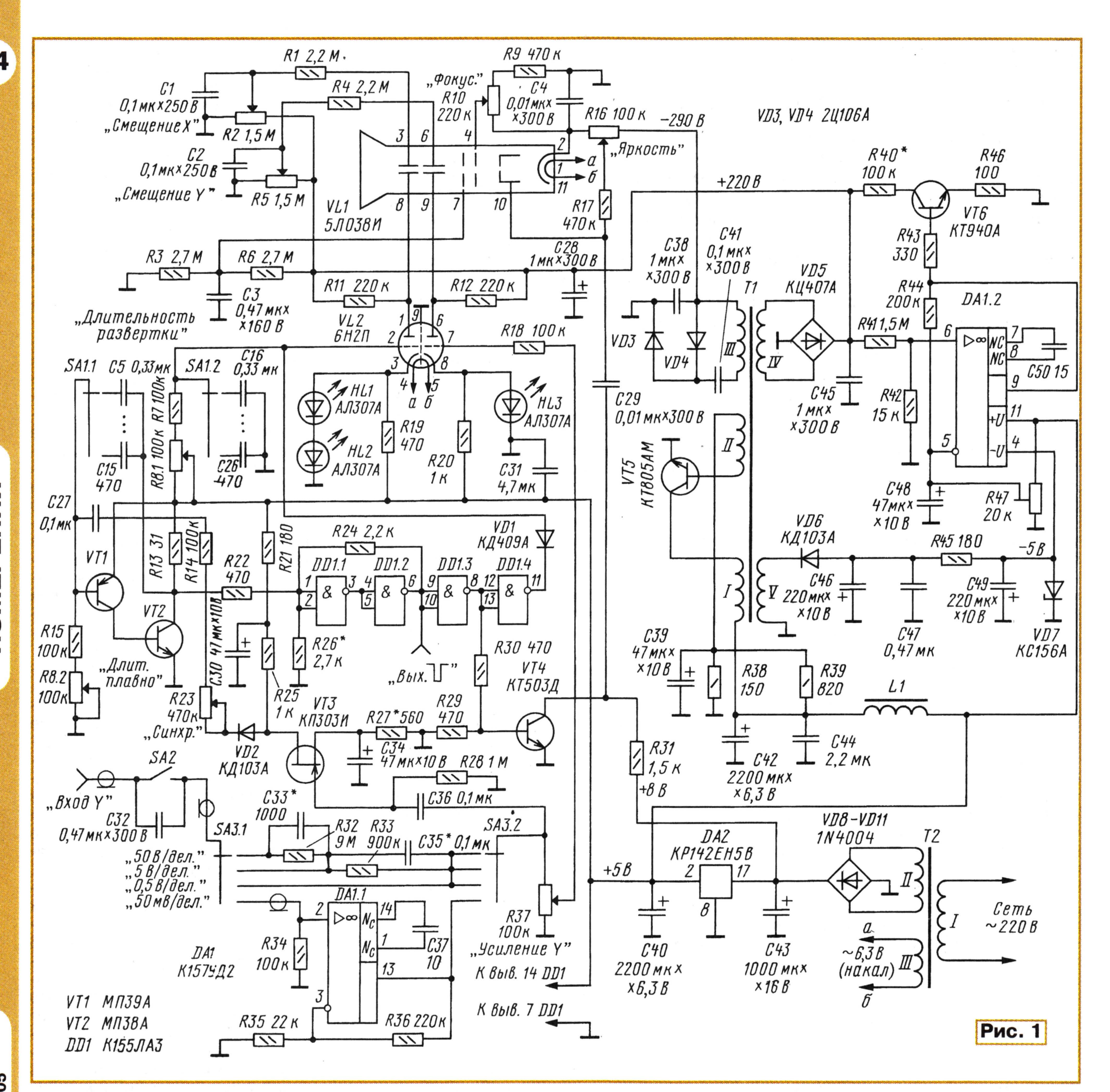


Рис. 1

модуляторе кинескопа возникает дополнительное напряжение, надежно перекрывающее поток электронов, и на экране исчезает обратный ход луча. Резисторы R29, R30 сводят к минимуму напряжение на базе транзистора VT4 в момент, когда на выходе элемента DD1.3 будет логический ноль. Это необходимо для более надежного закрывания транзистора.

Входной аттенюатор состоит из делителя на резисторах R32, R33, R37 и усилителя постоянного тока на микросхеме DA1.1. Изменение пределов измерения напряжения производят переключателем SA3. На схеме конденсаторы C33 и C35 обозначены как подборные. Их можно вообще не устанавливать. Но если вы хотите повысить точность измерений переменного напряжения, установить их следует, подобрав опытным путем. Это можно сделать, подав на вход осциллографа переменный сигнал с заведомо известной амплитудой. Переключатель SA2 позволяет подключать прибор к исследуемому устройству напрямую (открытый вход) или через разделительный конденсатор C32. Таким образом, можно выбрать режим измерения "постоянное и переменное напряжение" (контакты замкнуты) или только "переменное напряжение". Второй режим удобен для наблюдения изображений переменного напряжения, наложенного на довольно высокое постоянное (пульсации источников питания и т. п.). Режим "постоянное и переменное" очень удобно использовать для наблюдения переходных процессов в ключевых устройствах.

При изготовлении этого узла особое внимание обратите на экранирование входных цепей. Если статическая защита входа операционного усилителя будет недостаточной при включении предела измерения 50 мВ/дел на экране может появиться изображение переходных процессов, происходящих в узлах самого осциллографа.

Блок питания формирует несколько значений напряжения, необходимых для работы осциллографа. Сетевое напряжение преобразовано трансформатором T2, затем выпрямительный мост на диодах VD8—VD11 формирует постоянное напряжение +8 В, а из него микросхемный стабилизатор DA2 доводит его до +5 В, конденсаторы C40 и C43 — сглаживающие. Обмотка с напряжением ~6,3 В питает нити накала трубки и радиолампы.

Получение высокого напряжения осуществлено дополнительным им-

пульсным преобразователем. Он представляет собой простой однотактный транзисторный генератор с частотой около 16 кГц. Напряжение с микросхемного стабилизатора на DA2 через фильтр L1C42C44, необходимый для предотвращения проникновения пульсаций от генератора в цепи питания остальных узлов, поступает на устройство, выполненное на транзисторе VT5 и трансформаторе T1. Нагрузкой транзистора является обмотка I трансформатора, обмотка II выполняет функцию обратной связи. Одним из обязательных условий работы такого генератора является наличие на базе транзистора VT5 напряжения смещения.

Стабилизатор преобразователя состоит из компаратора на микросхеме DA1.2 и управляемой нагрузки на транзисторе VT6. Это устройство по принципу работы напоминает обычный стабилитрон. Важные отличия от стабилитрона — возможность регулирования напряжения и тока стабилизации. Напряжение стабилизации следует установить подстроечным резисторм R47. Максимальный ток стабилизации можно регулировать подбором резистора R40. Напряжение –5 В использовано только для питания микросхемы DA1.

Трансформатор питания T2. В качестве магнитопровода и первичной обмотки можно использовать уже готовый трансформатор ТВК-110ЛМ от лампового телевизора. Вторичные обмотки придется намотать самостоятельно, они одинаковые — выполнены проводом ПЭВ-2 диаметром около 0,6 мм и имеют по 110 витков. Трансформатор T1 выполнен на кольцевом магнитопроводе K28x16x9 из феррита M2000HM, обмотки I и II выполнены проводом ПЭВ-2 0,5 и имеют соответственно 14 и 4 витка, обмотки III и IV — проводом ПЭВ-2 0,25, число витков 200 и 300, обмотка V имеет 18 витков, намотанных проводом ПЭВ-2 0,35. При изготовлении этого трансформатора следует уделить внимание изолированию "высоковольтных" обмоток между собой и от других. В качестве изолирующего материала можно использовать конденсаторную бумагу. Обмотки III—V выполнены способом "виток к витку", а I и II равномерно распределены по мгнитопроводу. Сначала следует намотать обмотки III и IV, затем V. В последнюю очередь укладывают обмотки I и II. При таком порядке намотки будет легче, в случае необходимости, изменить число витков обмоток I или II. Перед намоткой трансформатора оберните ферритовое кольцо слоем изолирующего материала. Для того чтобы преобразователь не влиял на работу других устройств, его элементы желательно разместить компактно и по возможности полностью поместить в металлический экран, который соединить с общей шиной питания. Катушка сглаживающего фильтра L1 намотана проводом ПЭВ-2 0,6 до заполнения магнитопровода K20×12×5 из феррита M2000HM.

В "высоковольтных" цепях прибора лучше использовать полистироловые конденсаторы. Конденсаторы генератора развертки должны иметь как можно меньший ТКЕ. Парные конденсаторы для одной длительности развертки (C5 и C16, ... C15 и C26) обязательно должны быть одного типа. Значения их номиналов приведены в **таблице**.

Поз. обозначение	Емкость, нФ	Длительность развертки на деление
C5, C16	330	5 мс
C6, C17	150	1,5 мс
C7, C18	68	1 мс
C8, C19	33	0,5 мс
C9, C20	20	0,3 мс
C10, C21	10	0,15 мс
C11, C22	4,7	80 мкс
C12, C23	2,2	50 мкс
C13, C24	1,5	30 мкс
C14, C25	0,91	15 мкс
C15, C26	0,47	10 мкс

Примененные в приборе детали можно заменить на соответствующие аналоги. Микросхему К157УД2 можно заменить любым сдвоенным операционным усилителем. Главное требование — нормальная работа от источника 5 В (двуполярного). Применение более высокочастотного ОУ благоприятно отразится на работе прибора. Микросхему КР142ЕН5В можно заменить на К142ЕН5А или зарубежный аналог. Диоды 1N4004 заменимы любыми с прямым током не менее 0,5 А и обратным напряжением не менее 20 В — подойдут Д226, КД105, КД102 или диодные сборки КЦ404, КЦ405. Транзистор МП39А заменим на МП13, МП15, МП40—МП42. Вместо транзистора МП38А подойдет МП35 или МП37.

Для регулировки прибора нужно иметь мультиметр и частотомер с пределом измерения выше 25 кГц. Если вы захотите откалибровать свой прибор, понадобится еще и промышленный осциллограф.

Регулировку следует начать с проверки работоспособности источника питания. Вначале надо измерить напряжение на конденсаторе C43 и после микросхемного стабилизатора на микросхеме DA2. Затем проверяют работу "высоковольтного" преобразователя.

При налаживании преобразователя следует помнить, что его нельзя включать без нагрузки! Сам блок питания в сборе, установленный в номинальный режим, не боится отсутствия нагрузки. От выхода из строя его спасет стабилизатор. Но пока стабилизатор не отрегулирован, подключите к выходу источника +220 В резистор сопротивлением 200 кОм (0,5 Вт) и отключите все потребители тока от преобразователя.

Налаживание преобразователя начинайте с проверки работы генератора. Его работоспособность можно определить по наличию напряжения на выходе одного из выпрямителей. Если генератор не запустился, поменяйте местами выводы обмотки I. Если генератор возбуждается с перебоями, следует уменьшить число витков обмотки I или подобрать резистор R38. Обеспечив надежный запуск преобразователя, отрегулируйте выходное напряжение источников. На рабочую частоту и выходное напряжение преобразователя в большей степени влияет число витков обмотки II. Замерьте напряжение на нагрузке. Оно должно быть около +240 В или чуть больше. При несоответствии напряжения, увеличьте число витков обмотки II. Затем подключите и отрегулируйте стабилизатор.

Единственное требование при этом — перед первым включением установите движок подстроечного резистора R47 в среднее положение. После включения необходимо вращением движка этого резистора установить +220 В на выходе преобразователя. Затем следует проверить напряжение на коллекторе транзистора VT6. Оно не должно быть менее +160 В. Если напряжение ниже этого значения, замените резистор R40 на другой, меньшего сопротивления. Затем измерьте напряжение на выходе источника +220 В (оно не должно измениться) и на коллекторе VT6 (оно увеличится).

После регулировки стабилизатора отключите нагрузочный резистор. Теперь блок питания готов к работе. Некоторая особенность стабилизатора состоит в том, что он удерживает стабильным напряжение не только на источнике +220 В, но и на источнике –290 В. Это происходит потому, что аналог стабилитрона подключен непосредственно к выходу диодного моста и удерживает напряжение непосредственно на обмотке III трансформатора T1.

Налаживание генератора развертки состоит в подборе парных конденсаторов. Длительность развертки в таблице указана для нанесения надписей на переднюю панель осциллографа. Она измерена при положении движков резисторов R8.1 и R8.2 в верхнем по схеме положении. Для контроля настройки частоты генератора подключите к выходу синхроимпульсов (вывод 6 микросхемы DD1.2) частотомер. Затем подберите конденсаторы C5— C15 так, чтобы генератор полностью перекрыл диапазон 25 Гц...25 кГц, то есть переключением диапазонов переключателем SA1 и вращением движка резисторов R8 можно будет выбрать любую частоту в указанном спектре. Подбором конденсаторов C16—C26 регулируют амплитуду пилообразного напряжения генератора горизонтальной развертки. Амплитуду пилы следует регулировать в последнюю очередь. От ее значения будет зависеть размер изображения по горизонтали. Не стоит менять емкость в очень больших пределах — это может привести к искажению формы пилы. Искаженная пила вызовет появление на краях светящейся полосы яркого пятна (**рис. 2**,а), а при подаче на вход осциллографа переменного напряжения — появление вертикальной полосы на краю изображения (рис. 2,б). О правильной работе генератора развертки будет свидетельствовать равномерно светящаяся горизонтальная полоса на экране трубки.

(Окончание см. на с. 38)

E-mail: measure@radio.ru
тел. 208-83-05

Электронный справочник полупроводниковых приборов

В. КИЙКО, г. Екатеринбург

Электронный справочник полупроводниковых приборов (диодов, стабилитронов, биполярных транзисторов и полевых с управляющим p-n переходом; возможно размещение информации о полевых арсенид-галлиевых и МОП-транзисторах), о котором идет речь в статье, предназначен для ввода, хранения и использования информации о максимально допустимых значениях параметров реальных изделий и параметрах их моделей, используемых в системах автоматизированного схемотехнического проектирования радиоэлектронных устройств. Данные о параметрах моделей хранятся в упорядоченном виде, удобном для просмотра, поиска и сортировки. Предусмотрены возможности выведения на экран монитора компьютера различных характеристик приборов, в том числе вольт-амперных, а также распечатывания их на принтере. По запросу создается файл модели необходимого прибора в формате, используемом пакетами программ PSpice, Micro-Cap и др.

Электронный справочник можно использовать как самостоятельно, так и совместно с программами PSpice, Micro-Cap, OrCAD и др.

Первую версию электронного справочника полупроводниковых приборов SPRAV1 разработал в 1995 г. студент-дипломник УГТУ-УПИ Полецкий Олег под руководством автора статьи.

Необходимость электронного справочника обусловлена следующими обстоятельствами. В большинстве современных программных комплексов, выполняющих схемотехническое проектирование радиоэлектронных устройств, используются spice-модели полупроводниковых приборов. Эти модели записаны в виде mod- или lib-файлов. В mod-файле содержатся параметры модели одного полупроводникового прибора, а в lib-файле — многих приборов, как правило, одного типа. Однако только опытные схемотехники, выполняющие автоматизированное (компьютерное) проектирование, знают назначение того или иного параметра модели и интервал возможных его значений для того или иного изделия. С другой стороны, в компьютерных библиотеках отсутствуют сведения о максимально допустимых параметрах полупроводниковых приборов, что приводит к необходимости держать под рукой обычные справочники.

Немаловажно еще одно обстоятельство — традиции. В традиционном (неавтоматизированном) схемотехническом проектировании широко используют статические вольт-амперные характеристики (ВАХ). При компьютерном же проектировании для расчета и построения ВАХ на экране монитора требуются дополнительные усилия и опыт.

Электронный справочник представляет собой базу данных полупроводниковых приборов: диодов, стабилитронов, биполярных и полевых (с управляющим p-n переходом) транзисторов. Предусмотрена возможность записи информации об арсенид-галлиевых и МОП-транзисторах. Необходимую базу данных выбирают в главном меню (**рис. 1**).



Рис. 1

После выбора соответствующей базы открывается основное окно справочника (**рис. 2**), в левой верхней части которого указано, какая база сейчас активна. В левом столбце таблицы в двойной рамке перечислены наименования первых 18 полупроводниковых приборов, имеющихся в этом справочнике, в правом столбце — указан их тип (код). Для просмотра всего перечня курсор перемещают вниз. В одинарной рамке (основная часть окна) приведены максимально допустимые параметры выбранного прибора.

В нижней строке показано меню основного окна, реализованного с помощью функциональных клавиш F1—F10, как это сделано, например, в программе Norton Commander.

Клавиша F1 обеспечивает контекстную помощь в различных режимах работы справочника.

С помощью клавиши F2 из базы данных можно сделать выборку (**рис. 3**) по:
— наименованию прибора;
— типу (коду) прибора;
— наименованию и типу прибора;
— по шаблону.

Клавиша F3 предназначена для выполнения операций, так или иначе связанных с mod-файлом (**рис. 4**):

— с помощью программы Parts, входящей в состав программных комплексов PSpice, Design Center и DesignLab, идентифицируют параметры spice-модели по справочным или экспериментальным данным. Параметры модели записывают в базу данных и одновременно в mod-файл в формате программы PSpice;

— используя базу данных, создают mod-файл прибора, помеченного курсором, в формате программы PSpice;

Фильтр
Наимен-е
Тип

Рис. 3



Рис. 4

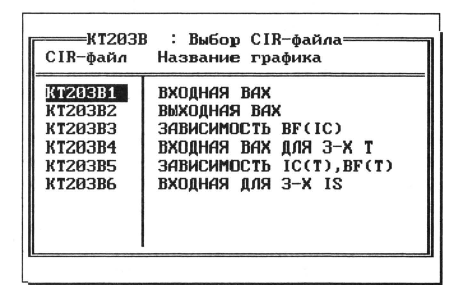


Рис. 5

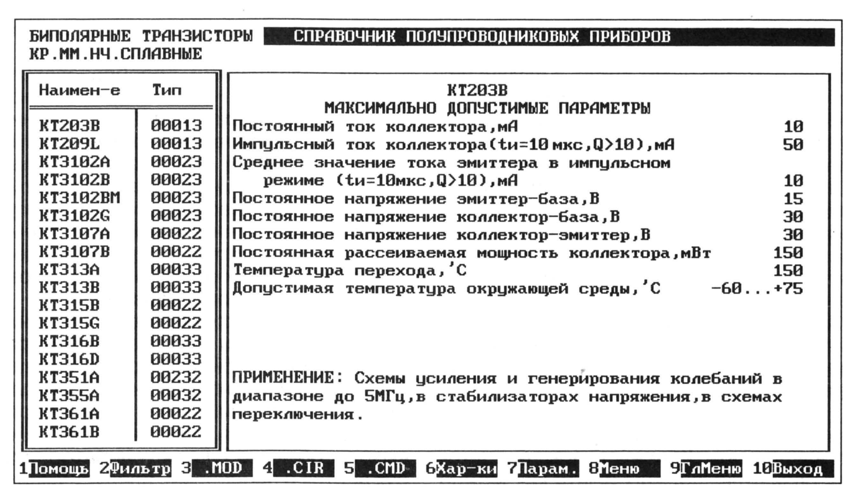


Рис. 2

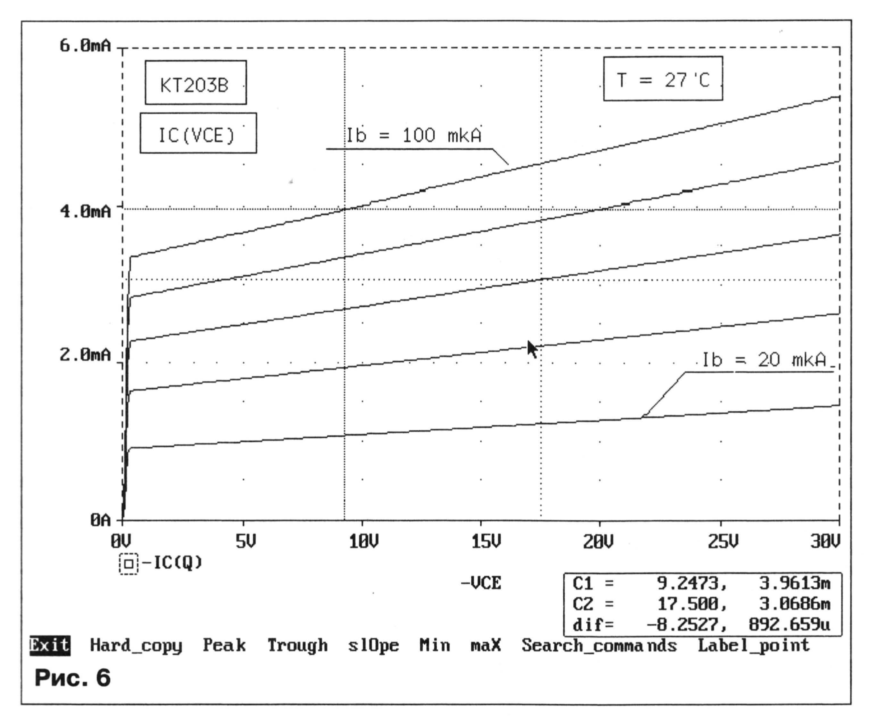


Рис. 6

БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ СПРАВОЧНИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ
КР.ММ.НЧ.СПЛАВНЫЕ

NAIM	TPE	PROV	IS	BF	BR	NF	NR	ISE	ISC	IKF	IKR
KT203B	00013	PNP	550f	53.2	0.952	1	0.98	22.18f	1.2p	6.112m	4.5m
KT209L	00013	PNP	20.35f	7.1	0.343	1	1.1	446f	1.123p	0.2244	1.52
KT3102A	00023	NPN	2.6p	219	2.713	1	0.9	500n	21.2	0.4922	0.25
KT3102B	00023	NPN	3.011p	340	3.201	1	0.9	43.35n	5.5p	96.35m	0.1
KT3102BM	00023	NPN	3p	380	5.622	1	0.9	15	1.225p	60.16m	0.25
KT3102G	00023	NPN	7.7p	1.1k	1.287	1	1	5.911p	0	14.26m	0
KT3107A	00022	PNP	130f	85	1.62	1	0.55	7.735n	3.35p	1.862	12m
KT3107B	00022	PNP	150f	245.2	7.573	1	0.7	8p	1.55p	0.242	25m
KT313A	00033	PNP	5f	89	0.343	1	1.01	1.164f	1.123p	0.2244	1.52
KT313B	00033	PNP	3.306f	153.6	3.375	1	1	3.306f	33.2f	2.47	0.85
KT315B	00022	NPN	1.1f	200	0.218	1	1	7.268f	0	97.79m	0
KT315G	00022	NPN	1.41f	90.35	5.502	1	0.82		0	80m	0
KT316B	00033	NPN	3.5f	500	0.286	1	0.66	44.72f	447f	6	3
KT316D	00033	NPN	1.06f	120	0.657	1	0.6	12.8p	15.5p	97.23m	0.12
KT351A	00232	PNP	20f	220	1.215	1	0.88	1.436p	1.45p	0.2116	
KT355A	00032	NPN	2f	74	0.864	1	0.81	9.573p	1.12p	0.2809	0.253
KT361A	00022	PNP	1.41f	105	5.502	1		0	0	80m	0
KT361B	00022	PNP	61.01f	440	0.218			72.68f	0	97.79m	0

1Помощь 2Фильтр 3 .MOD 4 .CIR 5 .CMD 6Хар-ки 7СпрДан 8Меню 9ГлМеню 10Выход

Рис. 7

— из созданного ранее mod-файла параметры модели переносят в базу данных. Эта опция существенно облегчает процесс наполнения справочника spice-параметрами.

С помощью клавиши F4 для любого прибора можно создать семейство cir-файлов, необходимых для расчета различных характеристик, в том числе и вольт-амперных.

Для автоматического расчета характеристик и их вывода на экран монитора используют командные cmd-файлы, создаваемые при нажатии на клавишу F5. Такой подход позволяет существенно экономить память компьютера, поскольку вместо объемных графических или probe.dat файлов в базе данных хранятся cir- и cmd-файлы, объем которых не превышает единиц килобайт.

Нажатие на клавишу F6 приводит к появлению меню характеристик (**рис. 5**). Например, для биполярного транзистора можно построить входные и выходные ВАХ, зависимость коэффициента передачи тока $h_{21э}$ (BF) от тока коллектора, семейство входных ВАХ в зависимости от температуры, зависимость тока коллектора и $h_{21э}$ от температуры и т. д.



Рис. 8

Эти характеристики — удобный инструмент для оперативного оценивания рабочей точки полупроводникового прибора, используемого при проектировании электронного устройства.

Пользователь может по своему усмотрению добавлять в справочник необходимые зависимости между током и напряжением, строить зависимости напряжения или тока от температуры, параметра прибора и др. Со значениями тока и напряжения допустимо выполнять математические операции. В отличие от характеристик, приведенных в обычных (печатных) справочниках по полупроводниковым приборам, в электронном справочнике можно с помощью курсора считывать с большой точностью координаты выбранной точки для налаживания электронного устройства, документирования или иных целей как в области малых, так и больших значений тока.

Для примера на **рис. 6** показано семейство выходных ВАХ биполярного транзистора, выведенных с помощью программы Probe на экран монитора.

Как уже отмечалось выше, для экономии памяти графические файлы не хранят в базе данных справочника, а при необходимости выводят с помощью программы PSpice и cir-файлов. На экране монитора графики строят программным "осциллографом" Probe под управлением командных cmd-файлов. Любые probe-графики можно распечатать на принтере необходимое число раз.

Клавиша F7 позволяет в основном окне справочника отображать либо максимально допустимые параметры (см. рис. 2) помеченного курсором полупроводникового прибора, либо одновременно некоторые параметры spice-моделей первых 18-ти приборов из имеющихся в базе данных (**рис. 7**). Перемещая курсор вниз, можно увидеть пара-

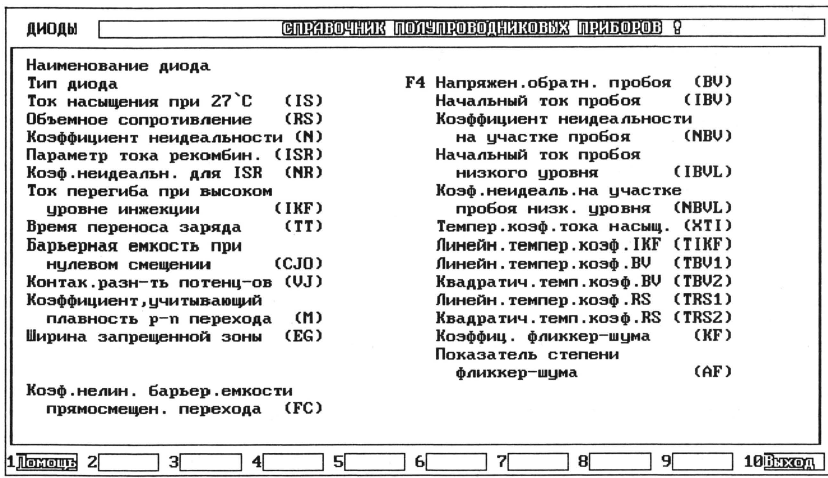


Рис. 9

E-mail: comp@radio.ru
тел. 207-89-00

Тип	Наименование
00012	КР.ММ.НЧ.СПЛАВНЫЕ
00013	КР.ММ.СЧ.ЭПИТАКСИАЛЬНО-ПЛАНАРНЫЕ
00014	КР.ММ.СЧ.СПЛАВНО-ДИФФУЗИОННЫЕ
00015	КР.ММ.СЧ.МЕЗАЭПИТАКСИАЛЬНО-ПЛАНАР.
00016	КР.ММ.СЧ.КОНВЕРСИОННЫЕ
00017	КР.ММ.СЧ.ИМПУЛЬСНЫЕ
00020	КР.ММ.ВЧ.СПЛАВНЫЕ
00021	КР.ММ.ВЧ.ПЛАНАРНЫЕ
00022	КР.ММ.ВЧ.ПЛАНАРНО-ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ
00023	КР.ММ.ВЧ.ЭПИТАКСИАЛЬНО-ПЛАНАРНЫЕ
00024	КР.ММ.ВЧ.СПЛАВНЫЕ ДИФФУЗИОННЫЕ
00025	КР.ММ.ВЧ.МЕЗАЭПИТАКСИАЛЬНО-ПЛАНАР.
00026	КР.ММ.ВЧ.КОНВЕРСИОННЫЕ
00027	КР.ММ.ВЧ.ИМПУЛЬСНЫЕ
00030	КР.ММ.СВЧ.СПЛАВНЫЕ
00031	КР.ММ.СВЧ.ПЛАНАРНЫЕ

Рис. 10

метры других приборов, а вправо — другие параметры.

При нажатии на клавишу F8 появляется меню (**рис. 8**), позволяющее:

— пополнить базу данных справочника параметрами нового полупроводникового прибора (**рис. 9**);

— выполнить редактирование (исправление) уже занесенных в базу данных параметров;

— удалить из базы данных сведения о ненужном приборе;

— просмотреть или отредактировать таблицу типов полупроводниковых приборов (**рис. 10**).

Число и название полей базы данных соответствует числу и названию параметров spice-модели полупроводникового прибора.

Для просмотра всех типов приборов необходимо курсор переместить вниз. Пятиразрядный десятичный код (тип) прибора используется как параметр, по которому осуществляется сортировка и выборка записей в базе данных.

Справочник можно использовать самостоятельно. Имеющиеся в его составе оценочные версии программ PSpice и Probe фирмы MicroSim позволяют моделировать несложные аналоговые электронные схемы. При интегрировании справочника в пакеты PSpice, Design Center, DesignLab, OrCAD оценочные версии заменяют на полноценные, имеющиеся в составе этих программ.

Электронный справочник можно скачать с ftp-сервера журнала по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/04/sprav1.zip>**. Чтобы справочник установить на компьютере, следует разархивировать файл sprav1.zip в выбранное на жестком диске место — образуется папка sprav1. Затем в файле start.bat следует записать истинный путь к программе sprav.exe и каталогу CIR, а в файле probe.dev указать тип дисплея и принтера, например,

display = ibmvga

hard-copy = prn:, EpsonMX

И наконец, в каталоге CIR запустить программу transcir.exe. Электронный справочник запускают программой start.bat.

Редактор — В. Чуднов, графика — автора

Двухканальная система сбора и обработки данных на базе ПК

М. БОГДАНОВ, г. Саров Нижегородской обл.

Однажды автору статьи понадобилось снять характеристики горения пламени (интенсивность излучения в двух узких полосах спектра, соотношение между интенсивностями и их изменение во времени в зависимости от скорости движения воздуха, объема горючего вещества и др.). С этой задачей мог бы справиться цифровой осциллограф, но его в распоряжении не было. Пришлось срочно разрабатывать систему сбора и обработки данных, которая могла бы производить не менее 100 измерений в секунду в каждом канале с задержкой по времени между одноименными выборками не более 0,5 мс. Выводимая информация — напряжение сигнала в каждом канале, отношение их уровней и разница между предыдущей и последующей выборками сигнала в каждом канале.

Безусловно, вряд ли многим читателям потребуется решать ту же задачу, однако предлагаемый программно-аппаратный комплекс можно рассматривать как пример построения работоспособной системы сбора данных, и она может послужить начальным толчком к разработке собственной.

Описываемая система состоит из устройства сбора и трансляции данных (назовем его УСД) и программного обеспечения для ПК. Принципиальная схема УСД изображена на **рис. 1** (фотопреобразователь на ней условно не показан). Его основа — флэш-микроконтроллер AT90S4433-8PI (DD1) фирмы ATMEL, имеющий в своем составе 10-разрядный АЦП с аналоговым мультиплексором. В данном случае, однако, применен внешний переключатель каналов на интегральных ключах DA1. Это показалось более удобным, так как позволило использовать один буферный усилитель на ОУ DA3 с переменным коэффициентом усиления K_y. Последний зависит от состояния ключа DA4.1: если он разомкнут, $K_y = (R8/R6)+1$, а если замкнут, $K_y = [R8/(R6||R7)]+1$ (здесь R6||R7 — сопротивление параллельно соединенных резисторов R6 и R7).

Входной каскад ОУ DA3 построен на МОП-транзисторах. Это позволило применить защитные резисторы (R1 и R2) на входе каждого канала без уменьшения точности измерения, вызванного входным током (ток утечки ключей микросхемы DA1 также пренебрежимо мал). Резисторы необходимы для того, чтобы встроенные в микросхему DA1 входные защитные диоды не вышли из строя при превышении измеряемым сигналом напряжения питания DA1 (предельно допустимый ток через эти диоды — 10 мА).

Еще одна важная особенность примененного ОУ в том, что его входное и выходное напряжения могут достигать значений напряжений питания (так называемый rail-to-rail ОУ). Благодаря этому можно использовать один источник питания для ОУ и микроконтроллера без сужения динамического диапазона измеряемого сигнала.

На микросхеме DA2 собран стабилизатор напряжения питания устройства, на DA5 — источник образцового напряжения для АЦП микроконтроллера. Микросхема DA6 служит для связи универсального асинхронного последовательного приемопередатчика (UART) микроконтроллера с ПК по последовательному интерфейсу RS232. Светодиоды HL1 и HL2 — индикаторы режимов работы УСД.

Разъем XP1 необходим для последовательного программирования микроконтроллера в устройстве, например, внутрисхемным программатором AS1. Через разъем XS1 осуществляется связь УСД с последовательным портом ПК.

Программа для микроконтроллера написана на AVR-ассемблере в среде AVR-Studio, которая распространяется фирмой ATMEL свободно. Windows-приложение, отвечающее за связь с УСД и обработку принятой информации, создано в среде Delphi 5. При написании программы мне очень помогла статья Р. Кусяпкулова "Работа с последовательными портами в Windows 95" ("Радио", 2000, № 1, с. 23). В окне среды Delphi приложение выглядит, как показано на **рис. 2**.

Рассмотрим работу программного обеспечения и аппаратной части УСД в комплексе. После того, как вся система собрана и осуществлены все необходимые подключения, можно запускать приложение. На мониторе компьютера появится его окно. Микроконтроллер УСД в это время находится в режиме постоянного опроса приемника UART. Индикатор HL1 ("Готов к приему") светится. Программа микроконтроллера постоянно проверяет состояние бита RXC в регистре UCSRA, ожидая его перехода в единичное состояние. Система находится в режиме ожидания действий пользователя. Можно либо изменить коэффициент усиления измерительного тракта УСД, либо запустить цикл измерений. В первом случае следует "щелкнуть" по кнопке "Ky=0,5" или "Ky=1". За переключение коэффициента усиления в программе приложения отвечают компонен-

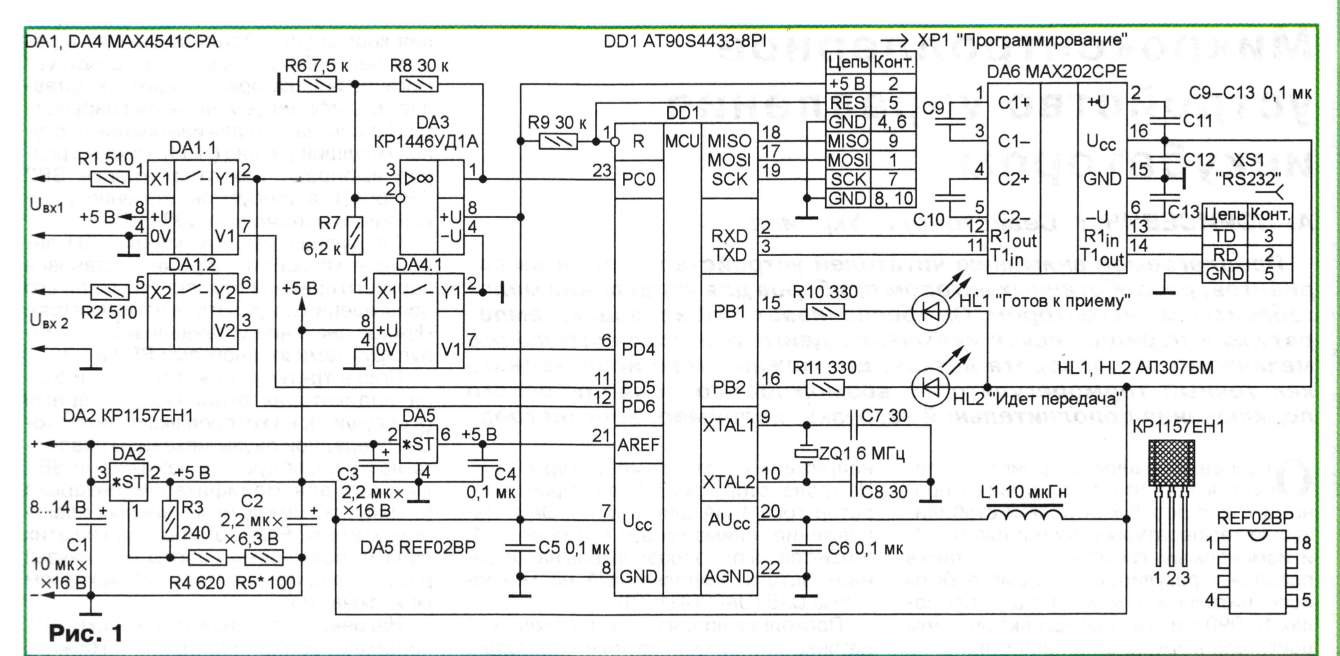


Рис. 1

ты RadioButton1 и RadioButton2. К примеру, если "щелкнуть" по кнопке "Ку=0,5", то запустится обработчик события RadioButton2Click и переменная Kamp примет значение 110. Этот код соответствует уменьшенному коэффициенту усиления (условно $K_{у}$=0,5). Теперь можно нажать кнопку "Start" (на рис. 2 она не видна, так как поверх нее находится кнопка "Complete"), запустив тем самым цикл измерений.

Здесь целесообразно рассмотреть общую идеологию обмена данными между УСД и ПК. Однажды запущенный цикл измерений должен быть когда-то остановлен. В описываемой системе принята следующая тактика. Измерение проводится не непрерывно, а с интервалами чуть более 2 с (задается свойством Interval компонента Timer1 в программе приложения). Триста измерений в каждом из каналов занимает чуть менее 2 с. Таким образом, если по событию Timer1Timer начать цикл измерений (300 измерений в каждом канале), то по его окончании до наступления следующего события Timer1Timer останется небольшое время, достаточное для реакции приложения на событие bbCompleteKeyPress (если была нажата кнопка "Complete"). Заметим, что за один цикл измерений УСД отправит ПК 1200 байт информации, так как результат каждого измерения состоит из двух байт.

Итак, после нажатия кнопки "Start" запускается таймер с периодом 110 мс (см. программу приложения, procedure TForm1.bbStartClick). По истечении этого времени управление переходит к обработчику события Timer1Timer. Через последовательный порт в УСД передается код 110 или 130 (уменьшенный или нормальный коэффициент усиления соответственно) — переменная Kamp. Микроконтроллер принимает эти данные, устанавливает требуемый коэффициент усиления, замыкая или размыкая ключ DA4.1, и ожидает приема новой информации. В это время ПК передает в УСД код 100 (переменная ActionKey в программе приложения). Микроконтроллер, приняв эту информацию, выключает индикатор HL1, включает индикатор HL2 ("Идет передача") и начинает цикл измерений (метка action в программе микроконтроллера). Проведя по одному измерению в каждом канале, микроконтроллер передает данные на ПК и делает короткую паузу, чтобы

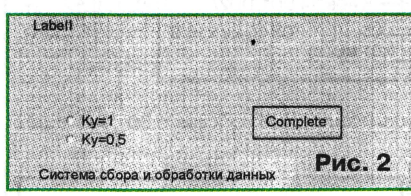


Рис. 2

обеспечить необходимую частоту выборки сигнала. Затем измерения, передача данных и пауза повторяются еще 299 раз, после чего микроконтроллер переходит в режим ожидания информации от ПК (индикатор HL2 гаснет, а HL1 зажигается). Если за время цикла (≈2,1 с) была нажата кнопка "Complete", то сразу после окончания приема последнего из 1200 байт управление передается обработчику bbCompleteKeyPress. Компьютер передает на УСД код 120, который не распознается микроконтроллером как известный, вследствие чего УСД остается в режиме ожидания команды с ПК.

Если же кнопка "Complete" не была нажата, то новый цикл измерений запустится по наступлению события Timer1Timer. И так до тех пор, пока кнопка "Complete" не будет нажата.

Обработчик bbCompleteKeyPress, кроме того, обрабатывает принятую информацию и формирует текстовый файл, в котором результаты измерений представлены в удобной форме. Каждый цикл измерений назван здесь блоком с соответствующим номером. Фрагмент текстового файла data_temp.txt представлен на **рис. 3**. Текст содержит некоторое подобие "шапки" таблицы, где "№ изм" — номер измерения (от 1 до 300 в первом блоке); ИК — напряжение сигнала канала 1; dif ИК — разница между предыдущим и последующим измерениями канала 1; кр — напряжение сигнала канала 2; dif кр — разница между предыдущим и последующим измерениями канала 2; dif — отношение уровня сигнала первого канала к уровню второго.

Налаживание УСД сводится к установке напряжения +5 В подбором резистора R5 (оно должно быть не менее образцового на входе AREF DD1, но не более 6 В).

Микросхему КР1157ЕН1 (DA2) можно заменить импортным аналогом LM317L, а также любым регулируемым стабилизатором напряжения положительной полярности с выходным током не менее 30 мА. Вместо ОУ КР1446УД1А (DA3) можно использовать

Блок 1

№ изм	ИК	dif ИК	кр	dif кр	dif
		0,142		0,054	
00001	0,356		0,112		0,244
		-0,010		0,005	
00002	0,347		0,117		0,229
		-0,005		0,010	
00003	0,342		0,127		0,215
		0,005		-0,005	
00004	0,347		0,122		0,225
		-0,005		0,000	
00005	0,342		0,122		0,220
		-0,005		0,005	
00006	0,337		0,127		0,210
		0,010		-0,010	
00007	0,347		0,117		0,229
		0,000		0,010	

Рис. 3

КР1446УД4А; применение модификаций с другими буквенными индексами нежелательно из-за большего напряжения смещения нуля.

Резисторы — металлодиэлектрические С2-23, С2-33; конденсаторы С1—С3 — оксидно-полупроводниковые танталовые К53-1, К53-4; остальные — керамические КМ, К10-17. Дроссель L1 — унифицированный ДМ, ДПМ. Разъемы ХР1 — PLD10, XS1 — DRB-9FB. Кварцевый резонатор ZQ1— РК169МА-6АП-6000К.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

От редакции. *Программы для микроконтроллера (программа 1) и ПК (программа 2) размещены на ftp-сервере редакции в Интернете по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/04/USD.zip>***.

E-mail: comp@radio.ru
тел. 207-89-00

Микроконтроллерное устройство управления инкубатором

А. БОРИСЕВИЧ, г. Севастополь, Украина

Предлагаемое вниманию читателей устройство — один из вариантов, разработанных автором приборов для управления малогабаритным инкубатором. Он обеспечивает стабилизацию температуры и периодическое включение двигателя исполнительного механизма для поворота лотков. Его можно также использовать как точный терморегулятор с возможностью периодического подключения дополнительной нагрузки, например, вентилятора.

От ранее описанных устройство отличается тем, что осуществляет полностью цифровой контроль и стабилизацию температуры с точностью 0,1 °С и изменяемым гистерезисом, а также позволяет регулировать время работы исполнительного механизма в пределах 1...999 с и паузу между включением двигателя в пределах 1...999 мин.

Устройство состоит из блоков управления и коммутации, соединенных пятижильным кабелем.

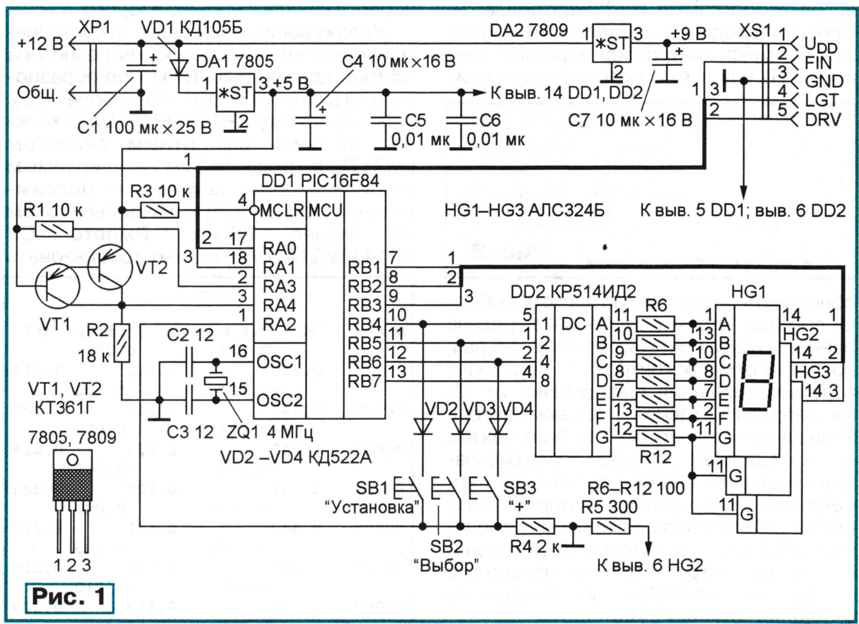


Рис. 1

Принципиальная схема блока управления изображена на **рис. 1**. Он содержит микроконтроллер DD1, осуществляющий все необходимые операции сравнения температуры и отсчета временных интервалов, дешифратор DD2, индикаторы HG1—HG3 и два стабилизатора напряжения питания: DA1 — цифровой части устройства и DA2 — аналоговой.

Блок коммутации (**рис. 2**) состоит из двух электронных ключей, один из которых (R22, U1, VD5, R24, VS1) предназначен для включения и выключения нагревателя (осветительной лампы EL1), а другой (R23, U2, VD6, R25, VS2) — электродвигателя исполнительного механизма.

Для измерения температуры применен интегральный термодатчик DA3 с линейной зависимостью выходного напряжения от температуры [1]. На транзисторах VT3, VT4 собран генератор тока 1 мА для питания DA3. Напряжение, снимаемое с его вывода 1, подается на преобразователь напряжение–частота, выполненный на микросхеме DA5 (UA02ПП1 [2]).

Поскольку напряжение на выводе 1 датчика DA3 относительно его вывода 2 зависит от температуры с коэффициентом 10 мВ/К (К — Кельвин), для смещения показаний в шкалу Цельсия на вывод 8 DA5 подается образцовое напряжение +2,732 В, снимаемое с вывода 3 стабилизатора DA4.

Импульсы с вывода 9 преобразователя DA5 поступают на формирователь, собранный на транзисторах VT1, VT2 (см. рис. 1), усиленные колебания с его выхода подаются на счетный вход (RA4) DD1. Микроконтроллер измеряет частоту поступающего сигнала и управляет индикаторами HG1—HG3. Первый из них отображает десятки, второй и третий — соответственно единицы и десятые доли градуса Цельсия.

Управляют устройством кнопками SB1—SB3. При первом нажатии SB1 ("Установка") на индикаторы выводится значение температуры нижнего предела (если она станет ниже этого значения, включится нагреватель). После отпускания кнопки устройство переходит в режим настройки, о чем свидетельствует мигание индикатора, который представляет модифицируемый разряд параметра. Первоначально для изменения доступен младший разряд (HG3). Нужный разряд выбирают нажатием кнопки SB2 ("Выбор"), а требуемое значение устанавливают с помощью SB3 ("+").

Следующее нажатие кнопки SB1 переводит устройство в режим установки верхнего предела температуры (при его превышении нагреватель отключается). Нужное значение устанавливают, манипулируя теми же кнопками SB2 и SB3.

После третьего нажатия кнопки SB1 на индикаторах отображается время (в секундах), на которое включается после очередной паузы механизм поворота лотков. Следующее нажатие на SB1 выводит для модификации интервал (в минутах) между включениями электродвигателя. Если хотя бы один из этих параметров (время работы или паузы) равен нулю, исполнительный механизм не включается.

Наконец, пятое нажатие кнопки SB1 переводит устройство в рабочий режим, и на индикаторах появляется значение текущей температуры. Все установленные параметры сохраняются в энергонезависимой памяти микроконтроллера DD1. Следует заметить, что в режиме установки измерение и сравнение температуры не производятся.

Коды программы для микроконтроллера DD1 приведены в **таблице**.

Блоки управления и коммутации, а также измерительная часть устройства (на рис. 2 обведена штрихпунктирной линией) смонтированы на отдельных макетных платах подходящих размеров (печатные платы не разрабатывались).

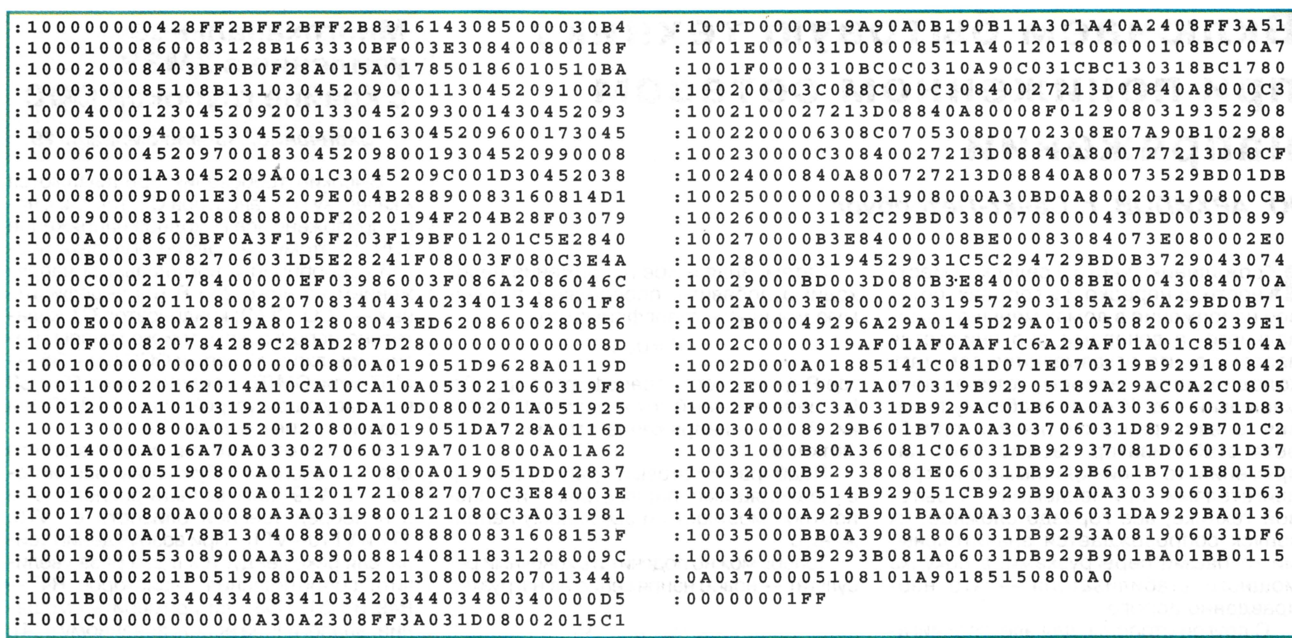
В качестве источника питания устройства допустимо использовать любой малогабаритный блок, обеспечивающий выходное напряжение не менее 12 В при токе 150 мА.

Вместо PIC16F84 в блоке управления можно применить микроконтроллеры PIC16F84A, PIC16CR84 или PIC16C84. Постоянные резисторы R16 — R18 — с допускаемым отклонением от номинала ±1...2 %, остальные — с допуском ±10 %, подстроечные R19 и R20 — СП3-19а, СП3-39а или проволочные СП5-2. Оптроны АОУ115Г заменимы приборами АОУ115Д, АОУ103В, индикаторы АЛС324Б — аналогичными импортными с общим анодом (при этом сопротивление резисторов R5—R12 можно увеличить в два–три раза).

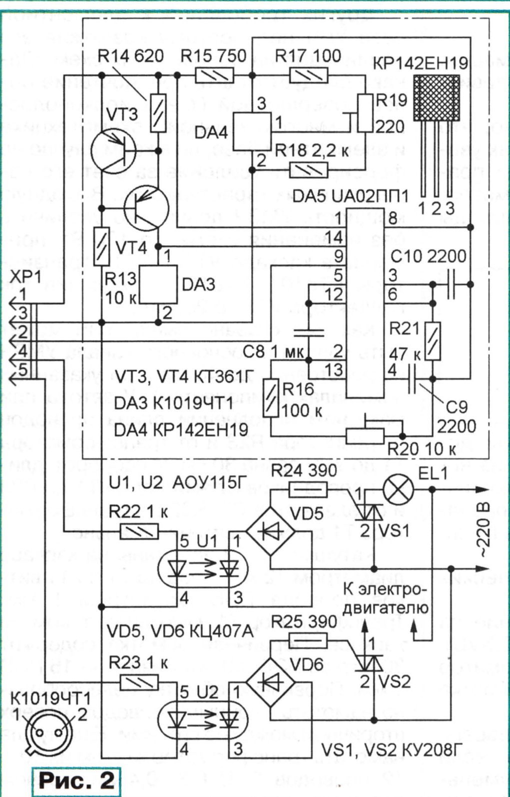
Кроме КУ208Г, в блоке коммутации допустимо применение симисторов ТС112-10, ТС112-16. Если мощность нагрузки симистора не превышает 200 Вт, можно обойтись без теплоотвода, в противном случае необходим ребристый теплоотвод (при коммутируемой мощности до 1 кВт его размеры — примерно 60×50×25 мм).

Термодатчик К1019ЧТ1 отличается от описанного в [1] К1019ЕМ1 (зарубежный аналог LM335) отсутствием вывода калибровки. При использовании К1019ЕМ1 его вывод 3 подключают вместо вывода 2 К1019ЧТ1, вывод 2 — вместо вывода 1, а вывод калибровки оставляют свободным.

E-mail: chip@radio.ru тел. 207-89-00



```
:10000000428FF2BFF2BFF2B83161430850000030B4
:10001000860083128B163330BF003E30840080018F
:100020008403BF0B0F28A015A01785018601051 0BA
:1000300085108B13103045209000113045209100 21
:10004000123045209200133045209300143045209 3
:10005000940015304520950016304520960017304 5
:1000600045209700183045209800193045209900 08
:1000700001A3045209A001C3045209C001D3045203 8
:100080009D001E3045209E004B2889008316081 4D1
:1000900083120808 0800DF2020194F204B28F0307 9
```

Для этого датчик DA3 помещают в тающий снег или лед и подстроечным резистором R19 устанавливают нулевые показания индикаторов. Затем датчик вместе с точным термометром опускают в термос с водой, нагретой до температуры +30...40 °С. Через некоторое время подстроечным резистором R20 добиваются соответствующих показаний индикаторов. В некоторых случаях может потребоваться подбор резистора R16 в пределах 90...110 кОм.

Возможны различные варианты конструкции устройства. Например, блок управления располагают снаружи инкубатора и соединяют пятижильным кабелем с устройством коммутации, размещенным внутри камеры инкубатора. В любом случае измерительную часть рекомендуется изготовить в виде выносного датчика, установленного над лотками и соединенного с устройством трехжильным кабелем. В авторском варианте этот узел смонтирован на малогабаритной плате и помещен в герметичный пластмассовый корпус размерами 45×30×30 мм, при этом датчик DA3 выведен наружу и его выводы продеты внутрь корпуса.

Микросхема ПНЧ UA02ПП1 — модифицированный аналог зарубежной LM331, схема включения которой изображена на **рис. 3**. В крайнем случае вместо UA0ПП1 можно использовать КР1108ПП1, включив ее в соответствии со схемой на рис. 1, приведенной в [3], и уменьшив номинал любого из частотозадающих элементов в два раза (предпочтительнее конденсатора С1). Однако такая замена потребует применения двуполярного источника питания напряжением +15 и –15 В.

Налаживание устройства сводится к калибровке измерительной части.

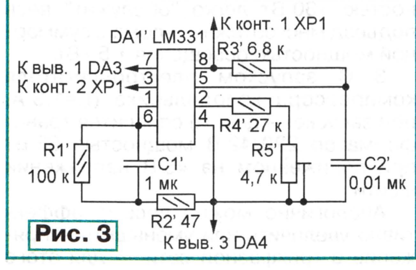


Рис. 3

Рекомендации по конструированию исполнительного механизма приведены в [4]. Следует заметить, что благодаря возможности точной установки времени работы двигателя, отпадает необходимость в кулачковом механизме и контактных выключателях на валу редуктора двигателя. Во время налаживания устройства нужно только точно подобрать такое время работы двигателя, чтобы вал редуктора поворачивался на нужный угол.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бирюков С.** Микросхемы-термодатчики К1019ЕМ1, К1019ЕМ1А. — Радио, 1996, № 7, с. 59.

2. Техническое описание UA02ПП1. — <**http://www.kwazar-is.kiev.ua/schemes/files/ua02pp1.rtf**>.

3. Интегральный преобразователь напряжение—частота—напряжение КР1108ПП1 и его применение. — Радио, 2001, № 8, с. 51.

4. **Григорьев А.** Блок управления кинематикой инкубатора. — Радио, 1999, № 10, с. 32.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: chip@radio.ru
тел. 207-89-00

Включаем бытовую технику при пониженном сетевом напряжении

Ю. АРХИПОВ, г. Санкт-Петербург

К сожалению, часто в сельской местности, а нередко и в городах, сетевое напряжение в домах меньше номинального, а вечерами оно снижается настолько, что отказываются работать холодильники, насосы, стиральные машины и т. д. И если проблему питания телевизора можно решить, приобретя стабилизатор переменного напряжения, то с асинхронными электродвигателями, применяемыми в бытовой технике, все гораздо сложнее: их запуск сопровождается значительными токовыми перегрузками, а покупка мощного стабилизатора — это неоправданно дорого.

С другой стороны, для электродвигателей не так "болезненно" повышенное напряжение, как его недостаток: при пониженном напряжении они теряют способность запуститься, и в итоге сгорает обмотка статора. Другими словами, можно просто увеличить напряжение, не особенно боясь дальнейших колебаний сети.

Однако повышающий трансформатор — громоздкий и дорогой. Поэтому для решения задачи предлагаю нестандартное использование обычного малогабаритного понижающего трансформатора. Следует просто добавить необходимые "вольты", просуммировав сетевое и напряжение с вторичной обмотки трансформатора до требуемого значения на выходе. Принцип работы легко объясняет схема, показанная на **рисунке**.

Из рисунка видно, что ток во вторичной обмотке и в нагрузке один и тот же, соответственно, критерии для выбора трансформатора — требуемое напряжение и ток во вторичной обмотке. Нет необходимости добиваться получения точного значения 220 В, уже при 210 В все будет работать.

Потребуется трансформатор, имеющий первичную обмотку на 220 В, вторичную — на необходимое "недостающее" напряжение, а максимальный ток вторичной обмотки даже у маломощных понижающих трансформаторов достаточен! Его легко подобрать из типового ряда на промышленные трансформаторы.

Приблизительный расчет (а для поставленной задачи этого более чем достаточно) можно сделать по следующим формулам.

Сначала вычислим ток вторичной обмотки трансформатора — ток нагрузки:

$$I_н = \frac{P_н}{U_н},$$

где $I_н$ — номинальный ток нагрузки, А; $P_н$ — номинальная (паспортная) мощность нагрузки, Вт; $U_н$ — номинальное напряжение питания нагрузки (220...230), В.

Затем, зная какое напряжение необходимо добавить, определяем требуемую мощность трансформатора:

$$P = U_2 \cdot I_2,$$

где P — мощность трансформатора, Вт; I_2 — номинальный ток вторичной обмотки, А; U_2 — напряжение вторичной обмотки, В.

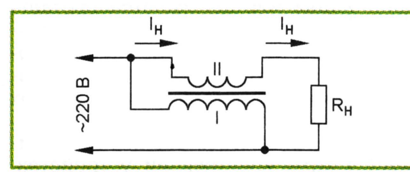
Подбираем готовый трансформатор с подходящими параметрами по паспортной мощности и выходному напряжению.

Теперь можно подсчитать конечный результат — новое напряжение на нагрузке:

$$U_{вых} \approx U_{вх} \pm \frac{U_{вх}}{K_{тр}}; K_{тр} = \frac{U_1}{U_2},$$

где $K_{тр}$ — коэффициент трансформации; U_1 — номинальное напряжение первичной обмотки (220), В.

Из последней формулы видно, что напряжение на нагрузке можно как увеличить, так и уменьшить! Чтобы правильно сфазировать трансформатор, достаточно поменять местами выводы одной из его обмоток.



Необходимого результата можно добиться, даже собрав "гирлянду" из нескольких трансформаторов: их первичные обмотки следует соединить параллельно, а вторичные — последовательно и не забыть про фазировку.

Приведу несколько практических примеров.

1. Чтобы увеличить напряжение на 30...35 В для насоса мощностью 0,5 кВт, достаточно применить трансформатор с напряжением на вторичной обмотке 42 В и мощностью всего 100 Вт.

2. Осветительные лампы в.подъезде прослужат значительно дольше, если напряжение на них немного уменьшить — трансформатор 220/24 В мощностью 160 Вт легко "обслужит" весь подъезд многоэтажного дома с суммарной мощностью освещения 1,5 кВт.

3. С запуском электродвигателя компрессора холодильника ($I_н$=1,3 А, при запуске — до 6 А) справится трансформатор 220/42 В мощностью 63 Вт при пониженном на 45 В напряжении в сети.

Аналогично можно весьма эффективно увеличить или уменьшить напряжение в трехфазной сети — для этого потребуются, соответственно, три трансформатора.

Редактор — В. Чуднов, графика — В. Чуднов

Многоканальное усиление в УМЗЧ с крайне глубокой ООС

Окончание. Начало см. на с. 19

Высокие требования предъявляются к качеству конденсатора C2, так как к нему приложено все выходное напряжение УНЧ. Поэтому он должен обладать низкой абсорбцией и номинальным напряжением не ниже 250 В (из недефицитных — КСО, СГМ); конденсатор C1 желательно использовать той же группы. Резисторы входной цепи и ООС (R1—R5) — МЛТ или ОМЛТ. Конденсаторы C7—C9 в согласующем устройстве — К73-17 или керамические с малым ТКЕ.

Следует обратить внимание на то, что для исключения возбуждения транзисторы VT8, VT9 должны быть расположены в непосредственной близости от VT6, VT7 и VT10—VT13. При возбуждении усилителя рекомендуется в два раза увеличить сопротивления резисторов R47—R49 и R51, R53 или применить смещение, аналогичное использованному в [4].

Других требований к элементной базе УНЧ нет, поэтому возможна его реализация на основе иных схем. Однако следует отдать предпочтение более совершенной (т. е. широкополосной и многоканальной!) схемотехнике и элементной базе, ни в коем случае не форсировать усиление за счет его перегрузочных характеристик. Выходную мощность УМЗЧ допустимо увеличить без изменения схемы до 120 Вт, применив в каскаде VT14—VT19 транзисторы КТ8101, КТ8102 и увеличив ток коллектора VT1 до 250 мА.

Как уже сказано выше, УНЧ может быть удален от основного канала УМЗЧ на расстояние до 40 см (при указанных номиналах компонентов). У автора при макетном исполнении длина проводов от резистора R23 и от трансформатора T1 до УНЧ равна 30 см. И наоборот, длина проводников от эмиттера VT1 до R23 и от элементов C7, R22 до трансформатора T1 должна быть минимальной.

Катушки L1, L2 намотаны на каркасе диаметром 12 мм и содержат по 11 витков провода ПЭВ диаметром 1 мм. Трансформатор T1 намотан на таком же каркасе. Первичная обмотка содержит 30 витков ПЭВ 0,3, вторичная — 15 ПЭВ 1 мм. Первичную обмотку целесообразно намотать двойным проводом поверх вторичной между ее витками. Еще лучше намотать трансформатор жгутом из 10—12 проводов ПЭВ 0,3...0,4 мм, причем два из них, соединенные последовательно, образуют первичную обмотку (30 витков), а остальные провода, включенные параллельно, — вторичную обмотку (15 витков).

Разумеется, что высококачественный УМЗЧ должен иметь индикацию перегрузки усилителя по току и по напряжению, устройства стабилизации "нуля" на выходе УМЗЧ, компенсации сопротивления проводов, защиты АС [4, 8].

В заключение автор выражает признательность А. Ситак (RK9UC) за помощь, оказанную при подготовке данной статьи.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Как продлить "жизнь" Ni-MH аккумуляторных батарей для сотовых телефонов

И. ПОДУШКИН, г. Москва

В предлагаемой вниманию читателей статье описано несложное устройство, которое, по мнению автора, позволит продлить срок эксплуатации Ni-MH аккумуляторной батареи сотового телефона.

Одна из некогда популярных моделей сотового телефона "Siemens C25" снабжена Ni-MH батареей номинальным напряжением 3,6 В из трех аккумуляторов емкостью 700 мА·ч. В процессе эксплуатации выяснилось, что телефонный аппарат отключается, когда напряжение на аккумуляторной батарее (АБ) снижается приблизительно до 3,5 В. Однако известно, что конечное напряжение разрядки Ni-MH аккумулятора — около 1 В, соответственно, батареи из трех аккумуляторов — 3 В. Таким образом, получается, что каждый раз на зарядку приходится ставить не полностью разряженную АБ. В результате со временем в Ni-MH аккумуляторах начинает проявляться так называемый "эффект памяти" [1], который состоит в увеличении их внутреннего сопротивления и, как следствие, меньшей отдаче энергии нагрузке. И хотя индикатор состояния показывает наличие небольшого заряда, т. е. работоспособность АБ, попытка соединиться или принять входящий звонок приводит к тому, что телефонный аппарат отключается.

Внутреннее сопротивление $R_{вн}$ Ni-MH АБ должно быть в пределах 0,2...0,3 Ом [1]. Чтобы определить его, достаточно измерить напряжение полностью заряженной АБ без нагрузки (E), а затем под нагрузкой (U) известного сопротивления R:

$R_{вн} = R(E/U-1)$.

Если вычисленное значение превышает 0,2...0,3 Ом — это, скорее всего, результат проявления "эффекта памяти".

Рис. 1

Более совершенные телефонные аппараты, например, "Siemens C35", снабжены "встроенной" функцией, называемой "Уход за аккум" [2], которая заключается в принудительной разрядке АБ перед ее зарядкой (чтобы предотвратить возникновение "эффекта памяти", рекомендуется периодически за ней "ухаживать"). Аналогичное обслуживание необходимо выполнять и для батарей сотовых телефонов, не имеющих подобной функции. Для этого достаточно собрать простое разрядное устройство и периодически перед зарядкой разряжать АБ до необходимого уровня.

У читателей может возникнуть вопрос: а не будет ли негативных последствий после подобной доразрядки? Ведь из-за более глубокой разрядки в первый момент зарядный ток может быть очень большим. На **рис. 1** показана схема "штатного" зарядного устройства для телефонных аппаратов "Siemens C25", из которой видно, что максимальный ток зарядки не может превысить значения I_{max} = 1,25/R1 = 1,25 В/8,2 Ом ≈ 150 мА, где 1,25 В — напряжение между выходом стабилизатора (выв. 2) и управляющим выводом 1 [3]. Такой ток для АБ указанной емкости совершенно безопасен.

Принципиальная схема возможного варианта разрядного устройства показана на **рис. 2**. Его особенность — отсутствие дополнительного источника питания, в отличие, например, от описанного в [4]. На микросхеме TL431AC (DA1) собран компаратор с порогом срабатывания 3 В, задаваемым резистивным делителем R1R2. Транзистор VT1 — ключ, отсоединяющий нагрузку — резистор R5 — от АБ при достижении этого порога. Светодиод HL1 выполняет функции элемента нагрузки и индикатора разрядки (по ее окончании он гаснет). Резистор R3 ограничивает ток микросхемы, а R4 — базовый ток транзистора.

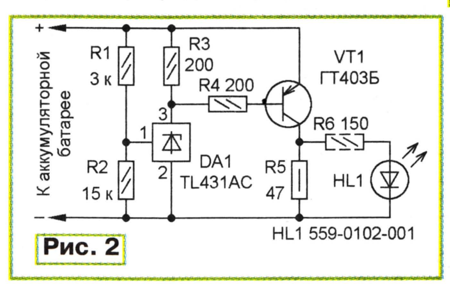


Рис. 2

Устройство собрано на плате (**рис. 3**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Ее очертания повторяют форму торцевой части, на которой расположены выводы АБ. Для соединения с ними к печатным проводникам в местах, очерченных штриховыми линиями, припаивают контакты (**рис. 4**), изготовленные из пружинящей латуни или бронзы (можно использовать контакты реле).

Правильно собранное устройство налаживания не требует. АБ с увеличенным внутренним сопротивлением перед очередной зарядкой доразряжают до 3 В. Для этого дожидаются момента, когда телефонный аппарат выключится, извлекают АБ и подключают к разрядному устройству: его контакты прижимают к ее выводам, а для фиксации их взаимного положения используют резиновое кольцо, как показано на **рис. 5**. При этом должен зажечься светодиод, сигнализирующий о начале разрядки током около 90 мА. Когда светодиод погаснет, устройство отключают, а АБ устанавливают в телефонный аппарат и ставят его на зарядку. После зарядки телефонным аппаратом пользуются как обычно. Эксперименты показали, что АБ с внутренним сопротивлением приблизительно 0,75 Ом после нескольких доразрядок лишается "эффекта памяти" и ее нормальная работоспособность полностью восстанавливается.

Вместо указанных на схеме в разрядном устройстве можно применить микросхему КР142ЕН19, любой транзистор структуры p-n-p (например, серий КТ502, КТ814), любой светодиод с дополнительным токоограничивающим резистором R6. В авторском варианте применен светодиод фирмы Dialight со встроенным резистором, поэтому на плате вместо R6 впаяна перемычка.

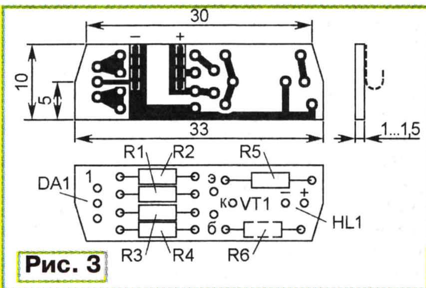


Рис. 3

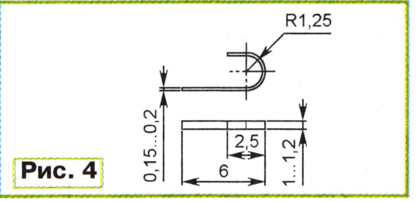
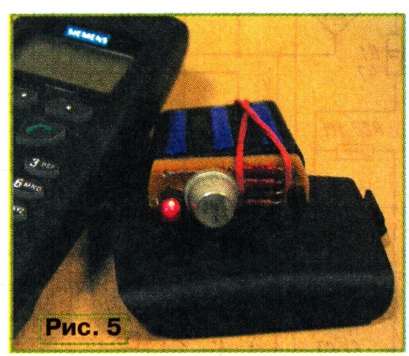


Рис. 4


Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. **Хрусталев Д. А.** Аккумуляторы. — М.: Изумруд, 2003.
2. <**http://www.sotovik.ru/phones/manuals/c35-rus.pdf**>.
3. **Бирюков С.** Микросхемные стабилизаторы напряжения широкого применения. — Радио, 1999, № 2, с. 69—71.
4. **Виноградов Ю.** Автомат для доразрядки Ni-Cd аккумулятора. — Радио, 2003, № 1, с. 33.

Редактор — В. Фролов, графика — автора, фото — автора

E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

Автоматическое зарядное устройство

Ш. ГИЗАТУЛЛИН, г. Томск

Для продления срока службы батареи никель-кадмиевых или никель-металлгидридных аккумуляторов рекомендуют перед каждой зарядкой разрядить батарею. Делать это без специального устройства неудобно, а пренебрежение разрядкой может привести к появлению эффекта "памяти". Описываемое ниже зарядное устройство автоматически выполняет и разрядную, и зарядную функции.

Зарядное устройство предназначено для зарядки аккумуляторных батарей, состоящих из 7—10 герметичных щелочных аккумуляторов в режиме, близком к указанному на этикетке батареи.

Завод—изготовитель гарантирует ресурс аккумулятора (число циклов зарядка—разрядка) и сохранение его номинальной емкости при соблюдении следующих условий эксплуатации: разрядка до конечного напряжения не менее 1 В и зарядка током, равным одной десятой от номинальной емкости в ампер-часах в течение 15 ч. В предлагаемом устройстве разрядка производится до конечного напряжения, соответствующего 1,05 В на каждый аккумулятор батареи. Зарядный ток равен 0,8 номинального, время зарядки — около 17 ч, емкость заряжаемых аккумуляторов — от 0,1 до 1 А·ч.

Схема устройства показана на **рисунке**. Эксплуатировать устройство очень просто — достаточно подключить батарею к зажимам X1, X2, включить тумблер SA1 "Сеть" и нажать на кнопку SB1 "Пуск". При прекращении электроснабжения устройство переходит в ждущий режим и при появлении напряжения в сети процесс продолжается.

Разрядку аккумуляторной батареи производит генератор стабильного тока до конечного напряжения, при котором ЭДС на наиболее "слабом" аккумуляторе понизится до 1,05 В. При достижении конечного напряжения генератор стабильного тока подключается последовательно с батареей к источнику питания, обеспечивая ток зарядки. Одновременно запускается таймер, который при прошествии 17 ч 4 мин прекращает зарядку.

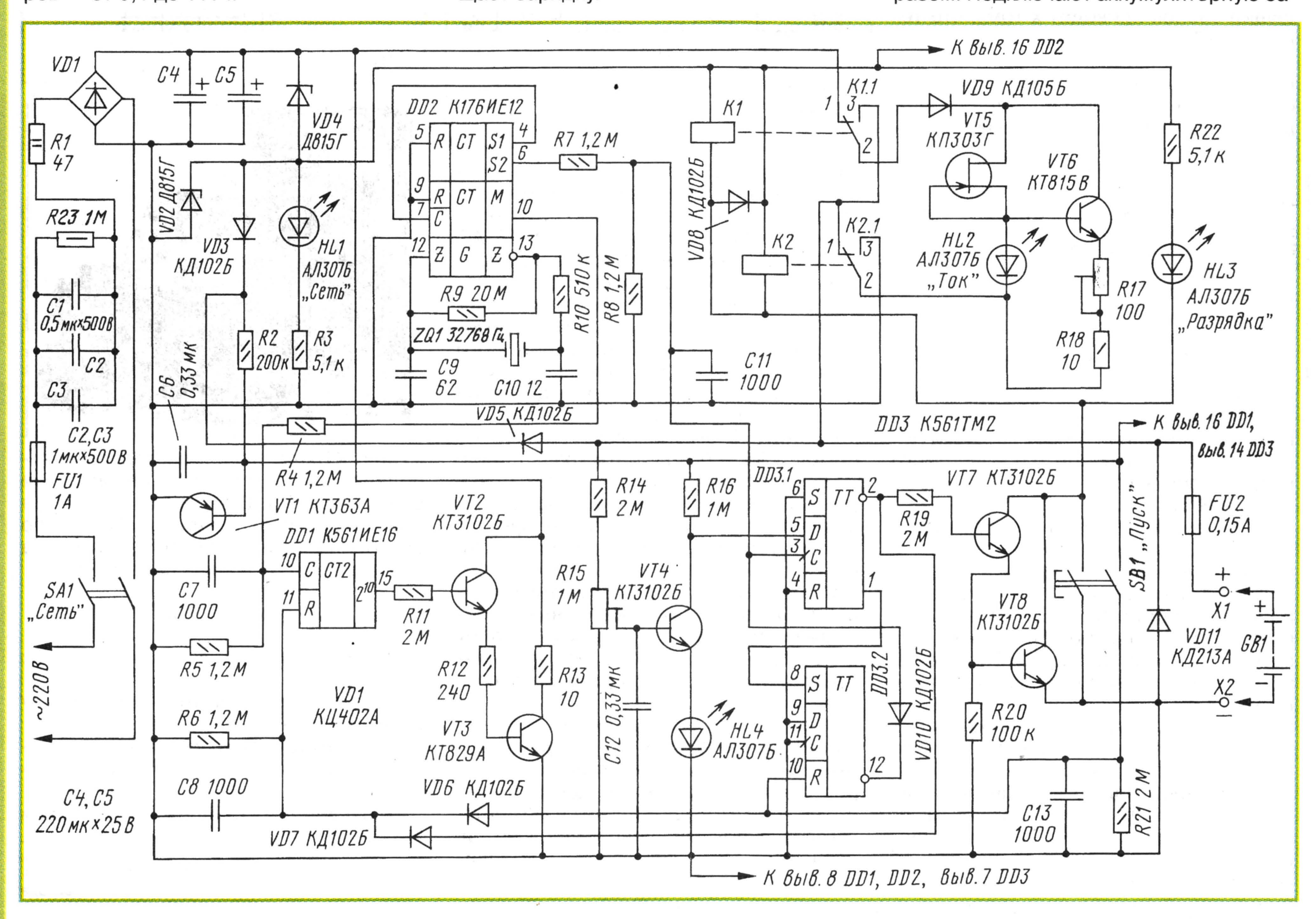
Зарядное устройство питается от сети переменного тока 220 В. Блок питания представляет собой двуполупериодный выпрямитель VD1 с гасящими конденсаторами C1, C2, C3 и токоограничительным резистором R1. Сглаженное конденсаторами C4 и C5 напряжение поступает на последовательно соединенные стабилитроны VD2 и VD4 с напряжением стабилизации 10 В. Первое напряжение используется для питания основной части устройства, а второе — для питания генератора тока в режиме зарядки аккумуляторной батареи.

Генератор тока — параметрический. Он собран на транзисторах VT5, VT6, светодиоде HL2 и резисторах R17, R18. Транзистор VT5 задает ток через светодиод HL2, который помимо индикации тока через батарею выполняет функцию низковольтного стабистора. Транзистор VT6 включен по схеме эмиттерного повторителя. Необходимый ток устанавливают подстроечным резистором R17.

После срабатывания реле K1 и K2 генератор тока подключен параллельно аккумуляторной батарее и разряжает ее, а при обесточивании обмоток реле генератор тока подключается последовательно с батареей к источнику питания — она заряжается.

Микросхема DD2 работает одновременно кварцевым генератором на частоте 32768 Гц и делителем частоты. На выходе S2 микросхемы частота равна 2 Гц, на выходе M — 1/60 Гц.

Устройство работает следующим образом. Подключают аккумуляторную ба-



тарею к контактам X1 и X2. Включают тумблер SA1, и нажимают на кнопку SB1 "Пуск". При замыкании правых по схеме контактов кнопки напряжение поступает на цепь C13R21 и далее на вход R триггера DD3.2. На его инверсном выходе возникает высокий уровень. Также высокий уровень через диод VD6 поступает на цепь C8R6 и вход R счетчика DD1, переводя его в нулевое состояние.

При замыкании левой по схеме группы контактов кнопки SB1 через обмотки реле K1 и K2 протекает ток, реле срабатывают (замыкаются контакты 2 и 3) и подключают генератор тока параллельно аккумуляторной батарее. Начинается процесс разрядки батареи, о чем свидетельствует свечение светодиода HL3. Значение напряжения на движке резистора R15 больше необходимого для прямого смещения эмиттерного перехода транзистора VT4 и светодиода HL4, используемого в качестве низковольтного стабистора. Транзистор VT4 открыт, на его коллекторе и входе D триггера DD3.1 низкий уровень.

Тактовые импульсы с частотой 2 Гц поступают на вход C триггера DD3.1 и переводят его в состояние, при котором на прямом выходе низкий уровень, а на инверсном — высокий. Этот высокий уровень через диод VD7 приходит на вход R счетчика DD1 и на базу составного транзистора VT7VT8, открывая его. Ток через открытые транзисторы и обмотки реле K1, K2 удерживает контакты этих реле в сработавшем состоянии, при котором генератор тока включен параллельно аккумуляторной батарее и разряжает ее.

По мере разрядки батареи напряжение на движке резистора R15 становится недостаточным для поддержания открытым транзистора VT4. Он закрывается, и на его коллекторе и входе D триггера DD3.1 возникает высокий уровень. С приходом очередного тактового импульса на вход C триггера DD3.1 на его инверсном выходе появляется низкий уровень, а на прямом — высокий. Составной транзистор VT7VT8 закрывается, обмотки реле K1 и K2 обесточиваются, их контакты возвращаются в положение, при котором генератор тока подключен последовательно с батареей к источнику питания 25 В на зарядку.

Одновременно низкий уровень появляется на входе R счетчика DD1, и он начинает подсчитывать импульсы с частотой 1/60 Гц, приходящие на его вход C с выхода M счетчика DD2. Высокий уровень с прямого выхода триггера DD3.1 поступает на вход S триггера DD3.2, при этом напряжение на его инверсном выходе становится равным нулю, диод VD10 открывается и поступление импульсов на вход C триггера DD3.1 прекращается.

Коэффициент пересчета счетчика DD1 равен 1024, входная частота — 1/60 Гц (один импульс в минуту). При поступлении 1024-го импульса (через 17 ч 4 мин) на выходе 2^{10} счетчика DD1 появляется высокий уровень, который открывает транзисторы VT2 и VT3. Составной транзистор VT3 шунтирует источник питания, и процесс зарядки прекращается. Однако обесточивается не все устройство. Ток от заряженной батареи, равный 30 мкА, начинает протекать через диод VD5, резистор R2 и обратно включенный эмиттерный переход транзистора VT1, выполняющего функцию слаботочного стабилитрона с напряжением стабилизации 6,3 В. Это напряжение питает микросхемы DD1, DD3 и удерживает их в состоянии, в котором они находились в момент шунтирования источника питания. Возможность хранения информации при отсутствии сетевого напряжения позволяет допускать перерывы в процессе разрядки—зарядки из-за отсутствия напряжения в питающей сети.

Диод VD11 предназначен для защиты зарядного устройства — при подключении аккумуляторной батареи в неверной полярности диод VD11 открывается и предохранитель FU2 перегорает.

В устройстве применены конденсаторы МБГЧ (C1—C3) на напряжение 500 В. Реле K1 и K2 — герконовые РЭС55А с паспортом РС4.569.600-02. Резистор R1 — С5-42В, R15, R17 — СП3-19а.

Стабилитроны VD2, VD4 и транзистор VT6 размещены на дюралюминиевых теплоотводах площадью 20 $см^2$ каждый. Компактно собранная монтажная плата устройства размещена в металлической коробке, которая защищает его от мощных электромагнитных и электростатических полей, способных вызвать ложное срабатывание.

Так как устройство имеет бестрансформаторное питание от сети, следует соблюдать осторожность при налаживании и эксплуатации. На время налаживания желательно подключать устройство к сети через разделительный трансформатор. Налаживание устройства заключается в установлении необходимого тока зарядки и разрядки и определения момента переключения устройства из режима разрядки в режим зарядки.

Сначала устанавливают движок резистора R17 в крайнее нижнее по схеме положение, а R15 — в крайнее верхнее. Подключают не полностью разряженную аккумуляторную батарею к контактам X1, X2 через миллиамперметр и включают устройство в сеть. Нажимают на кнопку "Пуск" — батарея начинает разряжаться через генератор тока. Требуемый разрядный ток устанавливают вращением движка резистора R17. Отключают миллиамперметр, подключают батарею непосредственно к контактам X1, X2 и нажимают на кнопку "Пуск" — разрядка продолжается. Периодически контролируют напряжение на каждом аккумуляторе батареи. При достижении значения 1,05 В на каком-либо из них разрядку прекращают плавным вращением движка резистора R15 вниз по схеме. При этом устройство переключается в режим зарядки, светодиод HL3 гаснет.

Выход устройства гальванически связан с сетью, вследствие чего подключать или отключать аккумуляторную батарею можно лишь в выключенном положении тумблера SA1.

Редактор — В. Чуднов, графика — Ю. Андреев

E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

Преобразователь К1003ПП1 в устройствах автоматики

А. ПАХОМОВ, г. Зерноград Ростовской обл.

Устройства, предназначенные для управления линейными светодиодными шкалами, сегодня выпускают в виде сравнительно недорогих микросхем, например, отечественных серии К1003 или импортных LM315, KIA6966S и др.

В помещенной ниже статье автор рассказывает о некоторых вариантах нестандартного применения этих микросхем.

Микросхемные аналого-кодовые преобразователи рассчитаны на работу светодиодной шкалы в одном из двух режимов — либо "светящая строка" (ее длина пропорциональна индицируемому значению параметра), либо "светящая точка" (значение параметра пропорционально ее удалению от начала шкалы). Ряд микросхем — К1003ПП1, UAA180, LM314—LM316 способны работать и в том, и в другом режимах.

Известны необычные способы применения преобразователей [1, 2], реализующие в основном визуальную индикацию. При этом, отображая значение входного сигнала в том или ином режиме, устройство выполняет только информативную функцию. Расширить сферу его применения можно, если использовать свойства преобразователя как многопорогового устройства. Снимая сигналы с его выходов, переключаемых весьма четко и в определенной последовательности, удается управлять различными внешними устройствами, причем с сохранением присущих ему основных функций.

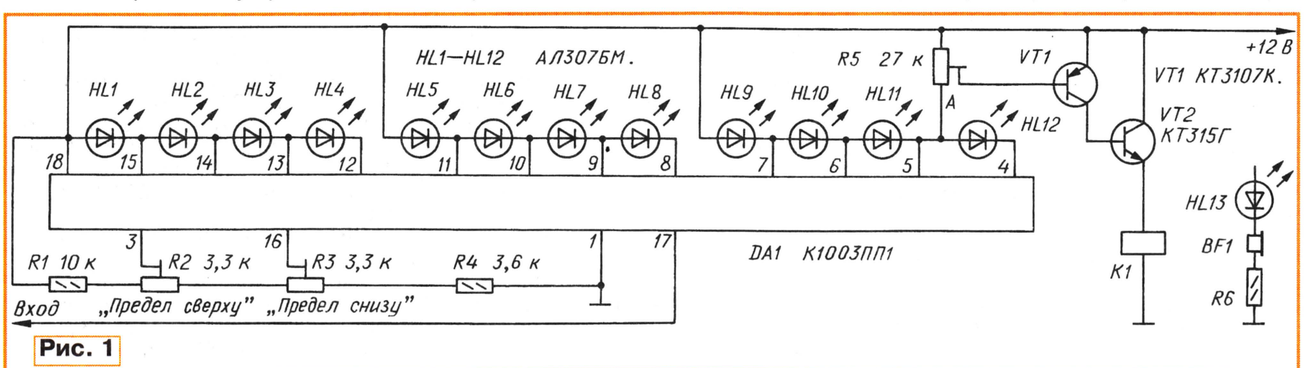


Рис. 1

Рассмотрим в качестве примера схему двенадцатиуровневого индикатора на распространенной микросхеме К1003ПП1 (**рис. 1**). Он собран на аналого-кодовом преобразователе DA1, резисторах R1—R4 и светодиодах HL1—HL12. Светодиоды включены последовательно в три группы по четыре и работают в режиме "светящая строка" [1]. При увеличении постоянного напряжения на входе устройства — вывод 17 микросхемы — от уровня, заданного напряжением на выводе 16, до уровня, заданного напряжением на выводе 3, последовательно включаются светодиоды, образуя непрерывную излучающую свет линейку.

Чтобы реализовать управляющие функции, приходится снимать сигналы с выходов, к которым подключены светодиоды. Получить переключательную характеристику с высокой крутизной позволяет ступень, выполненная на транзисторах VT1, VT2. Транзистор VT1 со "сверхусилением" ($h_{21Э}$ = 400...800) включен последовательно с транзистором VT2 — усилителем тока, что обеспечивает высокий общий коэффициент передачи, а также низкое выходное сопротивление.

Работой ступени управляет сигнал, снятый с одного из выходов преобразователя относительно плюсового провода питания. При этом изменение напряжения на резисторе R5 зависит от падения напряжения на светодиоде и равно уже 1,6...2 В в зависимости от его типа. Ток, отбираемый резистором R5, невелик (и может быть уменьшен увеличением сопротивления R5), поэтому не оказывает никакого влияния на работу преобразователя и светодиодов.

Перепад напряжения на нагрузке (на обмотке реле К1) почти равен напряжению питания при большой крутизне переключения. Выход устройства — открытый эмиттер транзистора VT2 — обладает высокой нагрузочной способностью, ограниченной только допустимым током через транзистор. То есть в качестве нагрузки могут быть включены исполнительные элементы с омическим сопротивлением не менее 120 Ом (при $U_{пит}$ = 12 В), в частности, обмотка электромагнитного реле.

Если входной сигнал $U_{вх}$ плавно увеличивать, в некоторый момент включится светодиод HL11 в цепи вывода 5 преобразователя DA1. Светодиод, с катода которого снят управляющий сигнал, в дальнейшем будем называть контрольным.

При включении контрольного светодиода открывается транзистор VT1, вслед за ним открывается до насыщения и транзистор VT2. Реле К1 (или иная нагрузка) срабатывает, включая своими контактами внешние устройства — бытовую аппаратуру, электродвигатели, нагреватели и т. п. Подстроечным резистором R5 устанавливают ток надежного открывания транзисторов. При уменьшении входного напряжения контрольный светодиод погасает, транзисторы закрываются и реле отпускает якорь.

Чтобы изменить порог срабатывания в такой системе, достаточно вывод А резистора R5 переключить к другому светодиоду и подстроить этот резистор. Таким образом, порог срабатывания меняется на величину, кратную шагу шкалы. Разумеется, не исключена и более точная установка — резисторами R2, R3 или входным делителем преобразователя.

В любом случае контрольный светодиод, выделенный в шкале, например, другим цветом, выполняет роль визуально удобного индикатора порогового уровня. Если в устройство ввести обратную связь по контролируемому параметру, получим готовую систему автоматического регулирования.

На практике довольно часто требуется звуковой сигнализатор, предупреждающий о выходе значения некоторого контролируемого параметра за допустимые пределы. Для этого удобно использовать вместо реле К1 простое устройство, выполненное на мигающем светодиоде HL13 (например, L-56BID) и активном капсюле BF1 (рис. 1, справа). Такие капсюли (НСМ1206Х и ему подобные) содержат встроенный генератор звуковой частоты. В моменты включения светодиода HL13 он издает довольно громкий сигнал частотой 2 кГц. Резистор R6 подбирают таким, чтобы напряжение на капсюле при включенном светодиоде соответствовало двум последним цифрам маркировки (для указанного типа 6 В). Можно применить и другие активные капсюли [3].

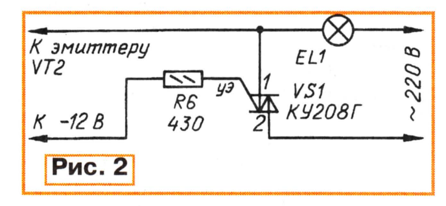


Рис. 2

С точки зрения надежности коммутации нагрузки целесообразно вместо реле применить тиристоры. На **рис. 2** показана схема выходного узла с коммутатором на симисторе VS1. Узел работает на включение нагрузки — лампы накаливания EL1 (или нагревателя). По-

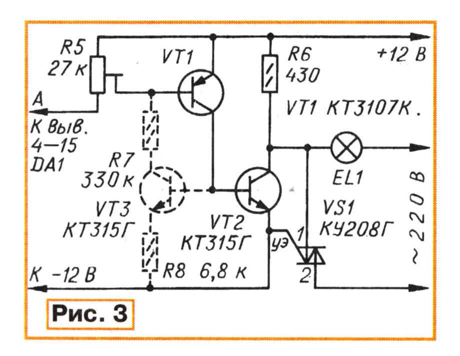


Рис. 3

сле открывания транзисторов VT1, VT2 через управляющий переход симистора VS1 начинает протекать открывающий ток, ограниченный резистором R6. Симистор открывается и включает нагрузку. Если симистор установить на теплоотвод, мощность нагрузки может достигать 1 кВт.

Схема узла, работающего в инверсном варианте, т. е. отключающего нагрузку при достижении порогового входного напряжения, показана на **рис. 3**. В отсутствие сигнала на выводе А преобразователя транзисторы VT1, VT2 закрыты, а симистор VS1 открыт током, протекающим через резистор R6, вывод 1 симистора и управляющий электрод. При появлении сигнала на выводе А транзисторы VT1, VT2 открываются, транзистор VT2 шунтирует участок вывод 1—управляющий электрод симистора VS1, в результате чего он закрывается, выключая нагрузку EL1.

Применив узел по схеме на рис. 3 в вольтметре сетевого напряжения [1], можно получить устройство, автоматически отключающее нагрузку — бытовую аппаратуру и пр. — при недопустимом повышении напряжения сети. Причем такое устройство будет сочетать функции индикатора и защитного автомата, что выгодно отличает его от других аналогичных.

Устройство работает с самовозвратом, что при многократных скачках сетевого напряжения нежелательно. Если в него ввести узел на транзисторе VT3, показанный штриховыми линиями на рис. 3, то благодаря глубокой положительной ОС через транзистор VT3 устройство будет работать в режиме защелки. Отключение нагрузки будет происходить, как указано выше, а для возврата в исходное состояние необходимо выключить и снова включить напряжение питания 12 В. Такой же "защелкивающий" узел можно добавить и в устройство по схеме на рис. 2.

Обращаем внимание читателей, что, если устройство выполнено бестрансформаторным [1], узлы, схемы которых изображены на рис. 2 и 3, весь индикатор в целом и источник измеряемого сигнала будут находиться под напряжением сети. Поэтому при работе с устройством следует соблюдать известные меры предосторожности. Заземлять общий провод таких индикаторов нельзя!

Рассмотренные узлы работают корректно при использовании режима "светящая строка". В режиме "светящая точка" происходит выключение всех светодиодов с обеих сторон от светящего и в конечном счете — сбой. Добиться правильной работы в этом случае можно, если применить, например, счетный триггер, изменяющий свое состояние каждый раз при прохождении порогового уровня.

Однако есть более простое и универсальное решение (см. схему на **рис. 4**). В этом устройстве индикатор работает в режиме "светящая точка" в результате соответствующего включения светодиодов HL1—HL12 [1]. На диодах VD1—VDN собран логический узел ПРОВОДНОЕ ИЛИ. При наличии сигнала на любом из выходов микросхемы DA1, к которым подключены диоды VD1—VDN, сигнал в точке А будет присутствовать. Если к этой точке будет подключено устройство, собранное по схеме на рис. 2, его симистор VS1 будет открыт.

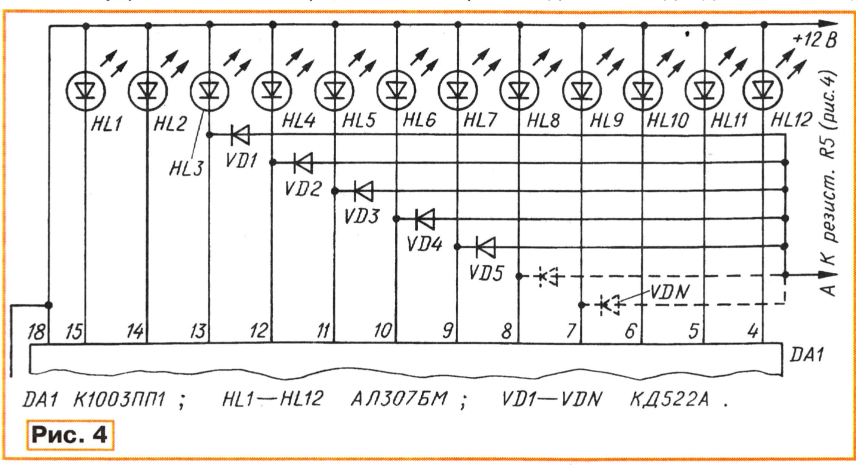


Рис. 4

Поскольку диоды VD1—VDN включены так, что они контролируют непрерывный участок шкалы, выключение устройства будет происходить за пределами участка, т. е. когда сигнал $U_{вх}$ упадет ниже уровня, отображаемого первым светодиодом (HL3) участка, или когда превзойдет уровень, отображаемый последним светодиодом (HL9). Иначе говоря, теперь устройство работает аналогично двупороговому компаратору — в некотором "коридоре" значений. Изменяя число диодов и точки их подключения к выводам преобразователя, можно изменять ширину "коридора" и даже организовать несколько "коридоров".

В отдельных случаях полная двенадцатиуровневая индикация, которую способна обеспечивать микросхема К1003ПП1, не требуется. В этом случае лишние светодиоды могут быть исключены из шкалы или, если это необходимо для сохранения работы остальных, заменены резисторами сопротивлением $R = U_{сд}/I_{сд}$, где $U_{сд}$ и $I_{сд}$ — напряжение на светодиоде и ток через него (для устройства по схеме на рис. 1 $I_{сд}$ = 15 мА).

В заключение отметим, что рассмотренные устройства работают и с другими аналого-кодовыми преобразователями, упомянутыми в начале статьи. Их схемотехника допускает применение гораздо более мощных симисторов, требующих тока управления до 1 А. Для их применения достаточно заменить транзистор КТ315Г (VT2) на любой из серии КТ815, а ограничительный резистор R6 (см. рис. 2, 3) заменить другим, меньшего сопротивления, так, чтобы симистор устойчиво открывался при обеих полуволнах коммутируемого напряжения. Разумеется, блок питания должен обеспечивать требуемый ток без уменьшения напряжения, что важно для сохранения точности работы преобразователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бирюков С.** Два вольтметра на К1003ПП1. — Радио, 2001, № 8, с. 32, 33.
2. **Пахомов А.** Светодиодная шкала на К1003ПП1. — Радио, 2001, № 3, с. 43.
3. **Бутов А.** Генераторы-сигнализаторы. — Радио, 2002, № 7, с. 59.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

E-mail: misc@radio.ru
тел. 207-88-18

Осциллограф

(Окончание. Начало см. на с. 23)

Линейность развертки можно легко проверить, подав на вход осциллографа синусоидальный сигнал с частотой, в несколько раз превышающей частоту генератора развертки. Если напряжение развертки достаточно линейно, на экране появится синусоида (рис. 2,в). Если пила сильно искажена, синусоида у одного края экрана будет растянута, а у другого сжата (рис. 2,г).

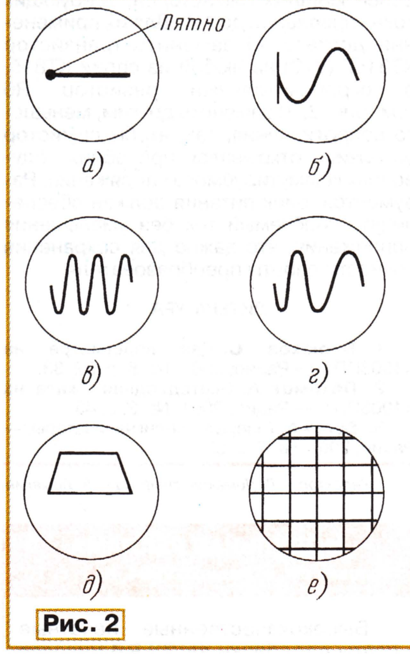


Рис. 2

При регулировке узла вертикального отклонения следует измерить напряжение на аноде правой по схеме половины лампы. Оно должно быть примерно равно половине питающего напряжения. Примененная лампа 6Н2П обеспечивает отклонение луча от центра почти до границы экрана трубки при подаче на управляющую сетку напряжения примерно 1 В.

Налаживание узла синхронизации состоит в регулировке режима транзистора VT3 по постоянному току. Измерьте напряжение на его стоке. Оно должно быть примерно равно половине питающего напряжения. Если напряжение сильно отличается от требуемого, измените в небольших пределах сопротивление резистора R27.

Проконтролировать работу устройства гашения очень просто. Для этого установите максимальную частоту генератора развертки, переключатель SA3 в положение "0,5 В/дел.", замкните контакты выключателя SA2 и соедините вход осциллографа с базой транзистора VT4. При нормальной работе устройства гашения на экране кинескопа не произойдет никаких изменений. Затем отключите конденсатор C29 от модулятора. После этого на экране над светящейся полосой должно появиться изображение импульса амплитудой около 0,7 В (рис. 2,д).

Последний штрих в регулировке — нанесение шкалы на экран трубки. Для этого понадобятся линейка, обычная авторучка (желательно с черной пастой) и листок тонкого полиэтилена. Нарисуйте на полиэтилене сетку с квадратными ячейками. Чтобы определить длину стороны ячейки, подайте на вывод 7 лампы 6Н2П постоянное напряжение 0,5 В и измерьте расстояние, на которое отклонится луч. Оно будет примерно равно 1 см. Приложите изготовленную полиэтиленовую пленку с сеткой к экрану кинескопа так, чтобы в центре оказалось перекрестие линий. После этого прижмите пленку капроновым кольцом. Нанесенная сетка разобьет экран на 16 квадратов (рис. 2,е). Закончив изготовление шкалы, подберите емкости конденсаторов C16 — C26 так, чтобы светящаяся горизонтальная полоса на экране прибора занимала четыре деления.

Корпус прибора лучше всего изготовить из металла. Я разместил прибор в корпусе от заводского зарядного устройства для автомобильных батарей аккумуляторов. При подключении осциллографа к устройствам, гальванически не развязанным с питающей сетью 220 В, будьте осторожны, так как на корпусе прибора может появиться высокое напряжение!!!

Редактор — Е. Карнаухов, графика — Ю. Андреев

К. СМОЛЯКОВУ из Нижнего Новгорода, взявшемуся за повторение регуляторов по описанию в [1], удалось объединить в одном устройстве два и создать прибор, способный регулировать подаваемую в нагрузку мощность как путем изменения числа "активных" полупериодов сетевого напряжения, так и фазоимпульсным методом. В его регуляторе, собранном по схеме на **рис. 1**, всего одна микросхема DD1. Режим работы изменяют переключателем SA1 с тремя группами контактов (использован переключатель диапазонов от портативного транзисторного приемника). Узел питания (диоды VD1, VD2, стабилитрон VD3), формирователь "нулевых" импульсов (транзисторы VT1, VT2), выходной узел (дифференцирующая цепь C6R6, элемент DD1.4, транзистор VT4, симистор VS1) остались такими же, как в прототипе.

Рассмотрим работу устройства в режиме регулирования мощности фазоимпульсным методом (переключатель SA1 показан находящимся именно в этом положении). Импульсы с выхода элемента DD1.1, совпадающие с моментами перехода сетевого напряжения через нуль, открывают транзистор VT3, когда мгновенное значение сетевого напряжения близко к нулю. В результате конденсатор C4 разряжается через транзистор и напряжение на входе элемента DD1.2 скачком возрастает почти до напряжения питания, а на его выходе уменьшается почти до нуля (низкого логического уровня). Симистор VS1 закрыт, нагрузка отключена от сети.

С возрастанием мгновенного значения сетевого напряжения до 30...50 В по абсолютному значению логический уровень на выходе элемента DD1.1 становится низким и транзистор VT3 закрывается, давая возможность конденсатору C4 заряжаться током, протекающим по цепи: диод VD4 — левая (по схеме) часть резистора R5 — выход элемента DD1.2. Зарядка продолжается до порога переключения элемента DD1.2, после чего уровень на выходе этого элемента становится высоким, а на выходе элемента DD1.3 — низким. В момент смены уровней происходит зарядка конденсатора C6 током, протекающим через резистор R6, поэтому на выходе элемента DD1.4 появляется короткий импульс, открывающий транзистор VT4. На управляющий электрод симистора VS1 поступает открывающий импульс. Его задержка относительно нулевой фазы сетевого напряжения зависит от постоянной времени зарядки конденсатора C4, зависящей в свою очередь от положения движка переменного резистора R5. С окончанием полупериода симистор закроется, а в следующем полупериоде процесс повторится.

Во втором режиме замкнувшимися контактами SA1.2 параллельно конденсатору C4 подключен C5 значительно большей емкости. Контактами SA1.1 соединены база и эмиттер транзистора VT3, в результате транзистор постоянно закрыт и более не влияет на работу уст-

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

Симисторные регуляторы мощности

В нашем журнале было опубликовано немало описаний симисторных регуляторов мощности нагревательных и осветительных приборов, питаемых от сети переменного тока. Но в редакцию продолжают поступать заметки различных авторов, предлагающих свои усовершенствования подобных устройств. Предлагаем вниманию читателей подборку материалов на эту тему.

ройства. Элемент DD1.2, резистор R5 с диодами VD4, VD5 и конденсаторы C4, C5 образуют генератор прямоугольных импульсов с частотой повторения приблизительно 2 Гц.

С переключением контактов SA1.3 элементу DD1.3 возвращается его исходная логическая функция И-НЕ. На один из входов элемента поступают импульсы генератора, а на другой — перехода сетевого напряжения через ноль, поэтому на его выходе образуются пачки импульсов, совпадающих по времени с "нулями" сетевого напряжения, причем длительность пачек и интервалов между ними зависит от скважности импульсов генератора. Каждый из импульсов пачки вызывает появление открывающего импульса на управляющем электроде тиристора VS1 в самом начале соответствующего полупериода. Следовательно, в цикле продолжительностью 0,5 с число полупериодов, в которых нагрузка подключена к сети, зависит от положения движка переменного резистора R5.

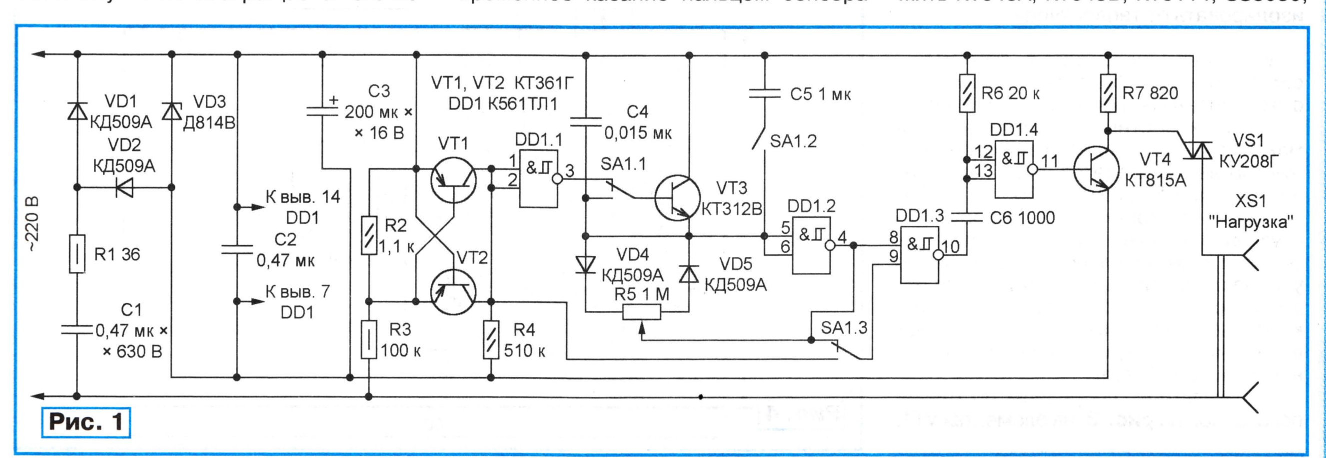


Рис. 1

***Примечание редакции**. При нечетном числе "рабочих" или "холостых" полупериодов в токе, потребляемом от сети, образуется заметная постоянная составляющая, что может неблагоприятно сказаться на работе подключенных к той же сети электромагнитных приборов — электродвигателей, их пускателей, трансформаторов. Впрочем, этот недостаток присущ и прототипу [1].*

А. БУТОВ из с. Курба Ярославской области предлагает усовершенствованный вариант своего сенсорного регулятора мощности [2] с узлом управления на микросхеме К145АП2, описание которой можно найти в [3]. В отличие от прототипа новый регулятор можно включать в разрыв любого из проводов сети, что немаловажно, если им заменяют обычный контактный выключатель освещения.

Схема прибора показана на **рис. 2**. Алгоритм управления прежний: кратковременное касание пальцем сенсора E1 включает или выключает лампу EL1, а при продолжительном касании яркость свечения изменяется циклически (от минимальной до максимальной и обратно приблизительно за 5 с). Регулятор запоминает свое состояние — лампа всегда включается с установленной перед ее выключением яркостью. Как и прежде, регулятором можно управлять, не только прикасаясь к сенсору, но и нажимая кнопку SB1, которая действует аналогичным образом.

Некритичности регулятора к фазировке сетевых проводов удалось достичь введением усилителя сигнала сенсора E1 на составном транзисторе VT1, VT2. Выпрямленного диодами VD4, VD5 напряжения, достигающего при прикосновении рукой к сенсору −5...−9 В, теперь достаточно для управления микросхемой DA1 в любом случае. Конденсатор C2, устраняя ООС по переменному напряжению, увеличивает коэффициент усиления каскада. Конденсатор C3 предназначен для подавления высокочастотных помех.

Узел питания регулятора состоит из гасящего конденсатора C1 с ограничительным резистором R1, выпрямителя (диоды VD1, VD2), стабилизатора напряжения (стабилитрон VD3) и конденсаторов фильтра C5, C6. Резистор R1 желательно установить Р1-7 или аналогичный импортный разрывной. Остальные постоянные резисторы регулятора — С1-4, С2-23, МЛТ соответствующей мощности. Оксидный конденсатор C6 использован малогабаритный, фирмы Rubycon, конденсаторы C1, C11 — К73-17, К73-24в или К73-50 на напряжение не ниже 400 В или импортные, предназначенные для работы в цепях переменного тока, например, CPF 250V X2. Остальные конденсаторы — керамические или пленочные К10-17, КМ-5, К73-17в. Конденсаторы К10-7 нежелательны по причине их низкой надежности.

Диоды КД522А (VD4, VD5) можно заменить на КД503, КД521, КД103 с любым буквенным индексом или импортными 1N4148. Диоды КД243Д (VD1, VD2) заменяют на КД243Е—КД243Ж, КД105Б—КД105Г, КД209А—КД209В, 1N4004—1N4007, стабилитрон Д814Г (VD3) — КС211Ж, КС508А, 1N6001В, 1N4741А. Транзистором VT3 могут служить КТ645А, КТ645Б, КТ6114, SS8050, SS9013, 2SC1009, 2SC2331, 2SD1616 с любым буквенным индексом. Транзисторы VT1 и VT2 могут быть любыми из серий КТ3107, КТ6112, SS9015, 2SA733, 2SA910, 2SA992.

Симистор КУ208Г (VS1) можно заменить на ТС112-10, ТС112-16, ТС106-10 класса по напряжению не ниже 4 или импортными MAC12, MAC15. Симистор устанавливают на П-образный теплоотвод размерами 110×25 мм из алюминиевого листа толщиной 1,5...2 мм. При этом допустимая мощность нагрузки регулятора — 350 Вт.

Дроссель L1 содержит 135 витков провода ПЭВ-2 0,51 мм или намотан на кольцевом магнитопроводе К32×20×6 из феррита М2500НМС1. Перед намоткой ребра кольца притупляют и обматывают его слоем пленки из изоляционного материала. Готовую обмотку пропитывают изоляционным лаком. Сопротивление дросселя постоянному току — приблизительно 0,3 Ом. Вместо кольца допустимо применить отрезок ферритового стержня 400НН диаметром 8...10 мм и длиной 60 мм.

Минимальная мощность лампы EL1 — 25 Вт. Полностью выключить лампу меньшей мощности не удастся из-за разогрева ее нити током, протекающим через конденсатор C1.

Каскад на транзисторах VT1, VT2 необходимо размещать как можно дальше от симистора VS1 и дросселя L1. Если сенсор E1 соединен с регулятором проводом длиной более 50 мм, последний также следует экранировать.

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

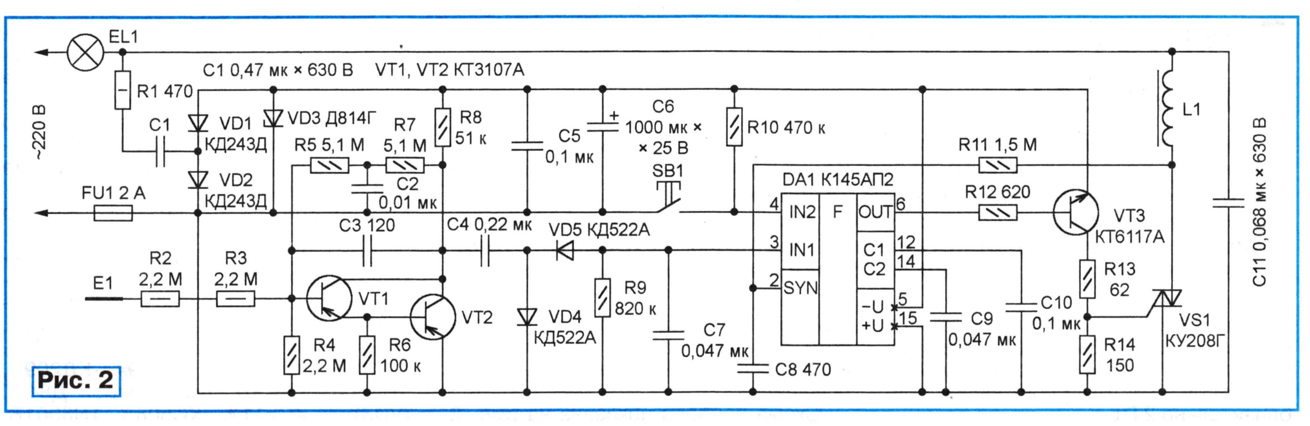


Рис. 2

Для уменьшения наводок на сенсор симистор VS1 желательно электрически изолировать от теплоотвода.

Еще одна конструкция ***А. БУТОВА*** — симисторный фазовый регулятор с уменьшенным уровнем помех. В большинстве известных конструкций при максимальной мощности в нагрузке симистор не открывается, пока напряжение на нем не достигнет 30...80 В. Это приводит не только к "недобору" нагрузкой приблизительно 4 % мощности, но и к значительному возрастанию уровня создаваемых в этом режиме радиопомех. Если заставить симистор открываться при возможно меньшем напряжении, эти недостатки будут устранены или ослаблены.

В регуляторе, собранном по схеме, показанной на **рис. 3**, на элементах VT1, VS1, R2, R3, C2 собран аналог динистора, включенный через диодный мост VD1 в цепь управляющего электрода симистора VS2. Как только напряжение, приложенное к эмиттерному переходу транзистора VT1, работающего в нашем случае подобно стабилитрону, превысит приблизительно 8...10 В, произойдет обратимый лавинный пробой этого участка и тринистор VS1 будет открыт. Импульс тока разрядки конденсатора C1 откроет симистор VS2. Подаваемую в нагрузку мощность регулируют, изменяя переменным резистором R4 постоянную времени зарядки конденсатора C1.

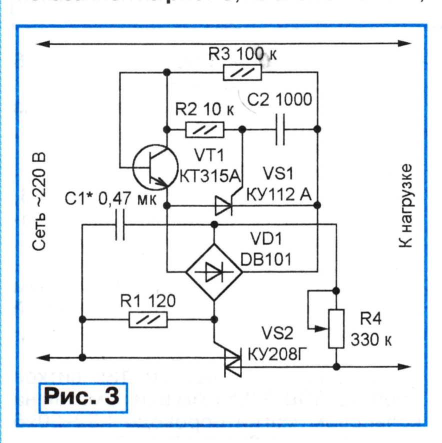


Рис. 3

Детали регулятора могут быть смонтированы на печатной плате, показанной на **рис. 4**. Переменный резистор R4 — СП-I, СП3-30а, СП3-35 или СП3-33. На его ось обязательно надевают ручку из изоляционного материала. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-23, С2-33Н, С1-4. Конденсатор C1 — К73-50, К73-24в, К73-17, К73-16; C2 — К10-17, КМ-6. Диодный мост — любой из серий DB101—DB107 [4], КЦ422, КЦ407. Можно составить мост и из четырех дискретных диодов серий КД105, КД209, КД221, КД243, 1N4001—1N4007. Симистор КУ208Г можно заменить другим средней мощности, например, ТС106-10, ТС112-16, ТС112-10, ТС122-25. Предпочтительнее четвертой и более высоких групп по напряжению.

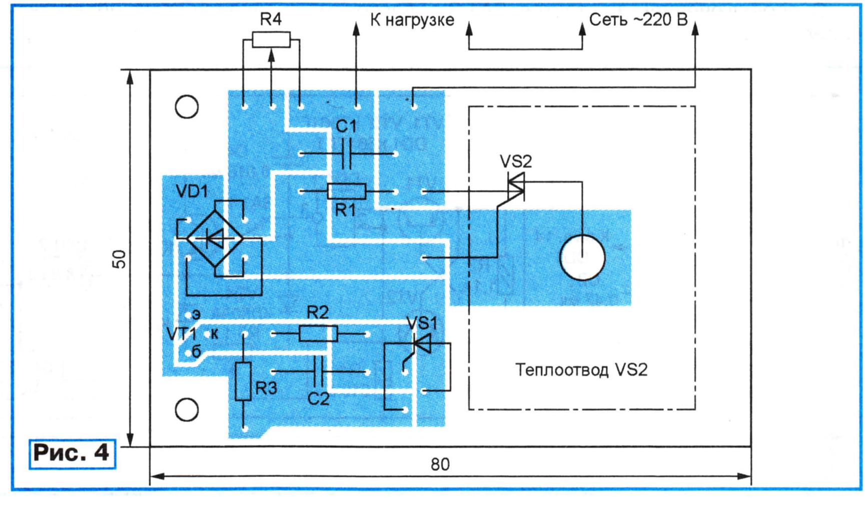


Рис. 4

Практика показала, что сколь бы слаботочной ни была нагрузка, симистору VS2 необходим теплоотвод. Объясняется это большим неуправляемым обратным током симистора, которого хватает для его саморазогрева и последующего произвольного открывания. При выборе размеров и формы теплоотвода следует стремиться к тому, чтобы его температура при длительной работе на максимальной мощности не превышала 60 °С. Место для теплоотвода симистора VS2 на плате предусмотрено.

Налаживание регулятора сводится к подборке конденсатора C1 такой емкости, чтобы при перемещении движка резистора R4 от одного крайнего положения в другое был перекрыт весь необходимый интервал подаваемой в нагрузку мощности.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бирюков С.** Симисторные регуляторы мощности. — Радио, 1996, № 1, с. 44—46.

2. **Бутов А.** Сенсорный регулятор мощности. — Радио, 2002, № 1, с. 32.

3. **Нефедов А.** Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Справочник. — М.: "Радиософт", 1999, с. 82, 83.

4. Зарубежные выпрямительные диоды и мосты. — Радио, 1998, № 10, с. 82—94.

Примечание редакции. *Любой симисторный регулятор создает радиопомехи, поэтому его следует хорошо экранировать и подключать к сети и нагрузке через фильтр. Такой, например, как на рис. 3 в статье С. Сорокоумова "Симисторный регулятор повышенной мощности" ("Радио", 2000, № 7, с. 41).*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

Ловушка для насекомых

А. БУЦКИХ, г. Томск

Предлагаемая ловушка для ползающих насекомых, эскиз конструкции которой изображен на **рис. 1**, первоначально не была "электрифицирована". Ее корпус 1 (приблизительные размеры 140×45 мм) склеен дихлорэтаном из листового органического стекла или другой пластмассы с гладкой поверхностью. Привлеченные запахом приманки 6 насекомые (состав приманки должен быть выбран наиболее привлекательным для них) двигаются по входному каналу 2 высотой 10...15 мм в направлении, указанном стрелками, и падают в отсек 5, накрытый крышкой 4. Выбраться обратно по гладким вертикальным стенкам отсека они уже не могут.

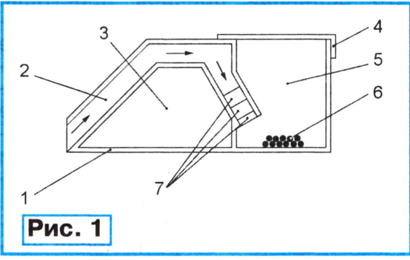


Рис. 1

Практика показала, что многие насекомые, хорошо удерживаясь на поверхности снижающегося участка входного канала, избегают печальной участи, а если сделать этот участок вертикальным, вовсе в него не входят. В усовершенствованной ловушке в ближайшем к приманке конце ее входного канала были установлены с небольшими — менее миллиметра — зазорами три электрода 7 из алюминиевой фольги, приклеенной к поверхности канала. Крайние электроды, соединенные вместе, подключены к одному, а средний — к другому полюсу генератора высоковольтных импульсов.

Теперь насекомое, пересекающее зазор между электродами, подвергается воздействию электрического импульса, на некоторое время "теряет сознание" и падает в отсек 5. Наличие двух зазоров увеличивает вероятность этого события. Генератор импульсов, собранный по показанной на **рис. 2** схеме, вместе с батареей питания размещен в отсеке 3 ловушки.

Элементы DD1.1 и DD1.2 образуют мультивибратор, генерирующий симметричные прямоугольные импульсы частотой приблизительно 4 Гц. Продифференцированные цепью C5R5, импульсы запускают одновибратор на элементах DD1.3 и DD1.4. Каждый выходной импульс одновибратора на 5 мс открывает транзисторы VT1 и VT2. В момент закрывания транзистора VT2 в контуре L1C7 возникают колебания, причем амплитуда первого (положительного) полупериода превышает 100 В. Это безопасно для человека, но достаточно, чтобы "оглушить" насекомое. Открывшийся во втором (отрицательном) полупериоде диод VD1 шунтирует контур, прекращая колебания.

Печатная плата генератора (**рис. 3**) изготовлена из односторонне фольгированного текстолита толщиной 1,5 мм. Все резисторы — МЛТ-0,125, конденсатор C1 — оксидный К50-35, К50-29 (последний устанавливают, как показано на рис. 3 штриховой линией) или их импортные аналоги. Конденсатор C7 — К78-2, остальные — К10-17Б или другие керамические. Броневой магнитопровод катушки L1 образуют две чашки Ч30 из феррита М2000НМ1-16. Ее обмотка содержит 1500 витков провода ПЭВ-1 0,14. Батарея GB1 — "Крона", выключатель S1 любого типа. Прибор потребляет ток не более 1 мА.

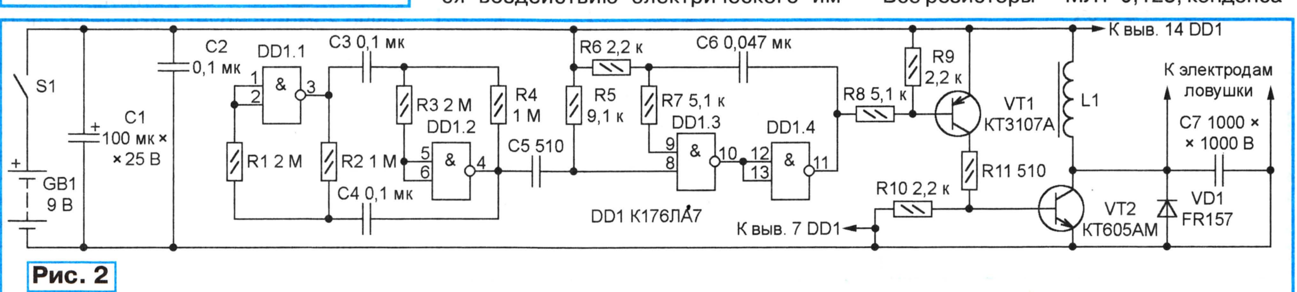


Рис. 2

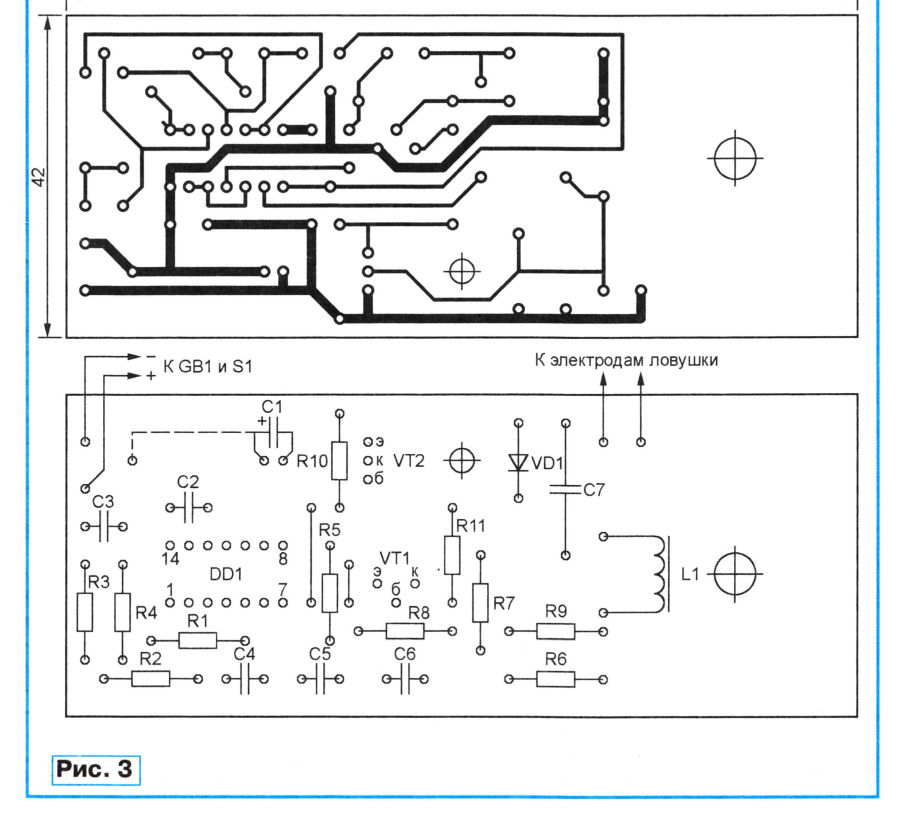


Рис. 3

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

E-mail: dom@radio.ru тел. 208-28-38

Усовершенствование высокочастотного блока питания люминесцентной лампы

В. ЧУЛКОВ, г. Москва

Более четырех лет я пользуюсь люминесцентными лампами с самодельными высокочастотными блоками питания (электронными балластами) на основе микросхем фирмы International Rectifier. Накопленным опытом хочу поделиться с радиолюбителями. Типичные схема и конструкция балласта достаточно подробно описаны в статье А. Таразова "Высокочастотный блок питания люминесцентной лампы" ("Радио", 2003, № 5, с. 42), расскажу лишь о некоторых особенностях, которым автор статьи не уделил, по моему мнению, достаточного внимания.

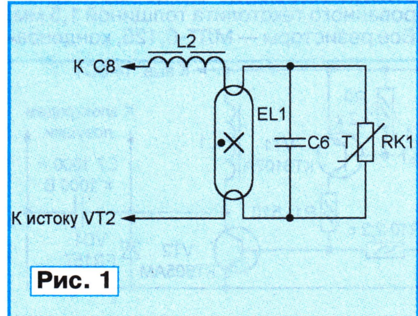
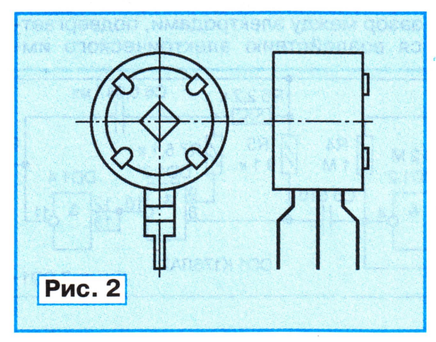


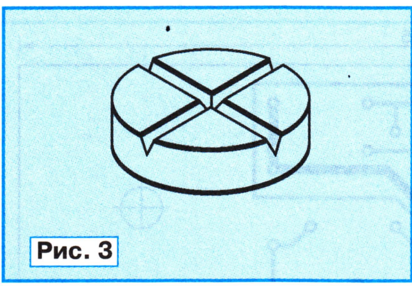
Рис. 1

В момент включения блока в сеть в контуре L2C6 (см. рис. 1 в упомянутой статье) возникают колебания, амплитуда которых в результате резонанса может достигать 1000 В. В люминесцентной лампе происходит холодный разряд, за счет ионной бомбардировки ее нити накала разогреваются и лампа переходит в нормальный рабочий режим. Зажигание лампы в этом случае происходит мгновенно, но существенно (в несколько раз) уменьшается срок ее службы. Поэтому подобный "холодный" запуск целесообразно применять только там, где важно включать свет без задержки.

Чтобы устранить "холодный" запуск и его последствия, рекомендую, как показано на **рис. 1**, подключить параллельно конденсатору С6 позистор (РТС-терморезистор) RK1. Сопротивление позистора в момент включения питания мало, он шунтирует конденсатор, резко уменьшая добротность контура L2C6 и не позволяя напряжению между электродами лампы достичь значения, достаточного для возникновения холодного разряда. Ток, текущий через дроссель L2, разогревает нити накала лампы EL1 и позистор. Сопротивление последнего с разогревом значительно возрастает, напряжение между электродами лампы увеличивается. Через 1...2 с она зажигается, мягко переходя в рабочий режим.

Позисторы с необходимыми параметрами в количестве, достаточном для восьми электронных балластов, можно изготовить из широко распространенного позистора СТ15-2-220 (**рис. 2**) от системы размагничивания телевизора 3УСЦТ. Разобрав пластмассовый корпус, извлекают две "таблетки". Алмазным надфилем делают на каждой два надпила крест-накрест, как показано на **рис. 3**, и разламывают ее по надпилам на четыре части.


Рис. 2


Рис. 3

К металлизированным поверхностям изготовленного таким образом позистора очень трудно припаять выводы. Поэтому я, как показано на **рис. 4**, делаю в печатной плате 3 прямоугольное отверстие и зажимаю обломок "таблетки" 1 между упругими контактами 2, припаянными к печатным проводникам. Подбирая размер обломка, можно добиться желаемой продолжительности прогрева лампы.

Конденсатор С6 должен быть рассчитан на напряжение не менее 1000 В. Обмотка дросселя L2 должна иметь хорошую межслойную изоляцию и быть надежно изолированной от магнитопровода. Так как к диоду VD5 приложено напряжение частотой 30...40 кГц, низкочастотный 1N4007 лучше заменить на КД258Д, BYV95C или другой высокочастотный выпрямительный диод. Конденсатор С7 можно установить керамический или пленочный емкостью 0,1...0,33 мкФ. Такой емкости вполне достаточно, зато надежность блока заметно возрастет. Микросхему IR2153 при необходимости без каких-либо переделок можно заменить уже устаревшими IR2151 или IR2152.

Не могу согласиться с рекомендацией применять в высокочастотном блоке питания полевые транзисторы IRF840. В свое время я сам в попытке увеличить надежность блока совершил эту ошибку. Позже выяснилось, что основная причина перегрева и выхода из строя транзисторов в подобных блоках вовсе не повышенное падение напряжения на канале открытого транзистора (через него течет небольшой ток), а динамические потери энергии на перезарядку сравнительно большой выходной емкости транзистора. Этот эффект замаскирован тем, что при правильной настройке контура L2C6 реактивная составляющая его сопротивления частично компенсирует емкостную часть выходного сопротивления транзисторов. Однако нарушение компенсации при выходе из строя лампы или в результате обрыва в ее цепи почти неизбежно приводит к перегреву транзисторов. Замена транзисторов IRF840 менее мощными, но более быстродействующими IRF710, у которых внутренние емкости почти на порядок меньше, значительно повышает надежность.

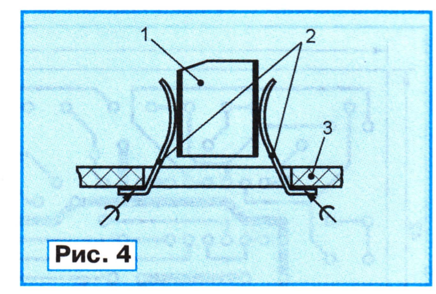


Рис. 4

Несколько слов о налаживании блока. Равенства частоты задающего генератора микросхемы DA1 резонансной частоте контура L2C6 проще всего добиваться не изменением зазора в магнитопроводе дросселя L2, а подборкой частотозадающего резистора R1. Для этого его удобно временно заменить парой последовательно соединенных резисторов: постоянного (10...12 кОм) и подстроечного (4,7...10 кОм). Критерием правильной настройки служат надежный запуск и устойчивое горение лампы.

С широко распространенными лампами дневного света длиной 600 мм и мощностью 18...20 Вт я обычно использую дроссели индуктивностью 1,9 мГн и конденсаторы К78-2 0,01 мкФ на 1000 В. Оптимальная рабочая частота — приблизительно 36 кГц.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Устройство защиты бытовых приборов от колебаний сетевого напряжения

А. КУЗЕМА, г. Гатчина Ленинградской обл.

Распространение новой сложной и дорогой бытовой и электронной техники требует надежных средств ее защиты от колебаний напряжения в сети. На страницах журнала опубликовано немало описаний устройств подобного назначения, однако большинство из них выполнено на микросхемах, до сих пор недоступных жителям удаленных от больших городов сельских районов. А ведь от резких колебаний сетевого напряжения больше всех страдают именно они. Автор предлагает собрать устройство защиты на широко распространенных дискретных элементах.

При выходе сетевого напряжения за установленные при регулировке пределы устройство, схема которого представлена на **рис. 1**, отключает от сети нагрузку и вновь включает ее через минуту после восстановления нормального напряжения. Мощность нагрузки не должна превышать 2 кВт.

С помощью выпрямителя на диодах VD1, VD5 с "гасящим" конденсатором C1 получают постоянное напряжение, пропорциональное переменному сетевому. Выходное напряжение второго выпрямителя ("гасящий" конденсатор C2, диоды VD2 и VD3), стабилизированное стабилитроном VD4, питает все узлы устройства.

Движки подстроечных резисторов R6 и R9 установлены таким образом, что при напряжении в сети, не выходящем за пределы 180...240 В, напряжение, снимаемое с первого из них, больше напряжения стабилизации стабилитрона VD6, а со второго — меньше напряжения стабилизации стабилитрона VD7. В результате транзистор VT1 открыт, а VT2—VT4 — закрыты и через излучающий диод оптрона U1 ток не течет.

Если сетевое напряжение опустилось ниже 180 В, закрыт транзистор VT1 и открыт VT2. При напряжении выше 240 В открыты транзисторы VT3 и VT4. В обоих ситуациях через излучающий диод оптрона U1 течет ток.

Исполнительным элементом, подключающим и отключающим нагрузку, служит симистор VS1. В цепь его управляющего электрода через резистор R16 и диодный мост VD8 включен динистор оптрона U2, открывающийся под действием импульсов частотой приблизительно 4 кГц, вырабатываемых генератором на однопереходном транзисторе VT6, в цепи базы которого находится излучающий диод оптрона U2. Генератор работает, если транзистор VT5 закрыт. На симистор VS1 поступают открывающие импульсы, а на нагрузку — сетевое напряжение. Сигнализируя об этом, горит неоновая лампа HL2.

Открытый транзистор VT5, шунтируя однопереходный транзистор VT6, срывает генерацию. В этом состоянии динистор оптрона U2 и симистор VS1 остаются закрытыми, поэтому нагрузка отключена от сети, а лампа HL2 не горит.

Неоновая лампа HL1 сигнализирует о наличии напряжения в сети и об исправности плавкой вставки FU1.

В момент подачи на защитное устройство сетевого напряжения через излучающий диод оптрона U1 протекает кратковременный импульс тока. Динистор оптрона U1, открывшись под действием импульса, остается в этом состоянии, пока ток зарядки конденсатора C5 не станет меньше тока закрывания динистора. Транзистор VT5 открыт благодаря току разрядки конденсатора C5 через резистор R12. Процесс разрядки занимает 65...75 с, после чего транзистор VT5 закрывается, начинает работать генератор импульсов на транзисторе VT6 и на нагрузку поступает сетевое напряжение. Это нормальный рабочий режим устройства.

При выходе сетевого напряжения за установленные пределы через излучающий диод оптрона U1 (как было сказано выше) потечет ток и будет открыт динистор этого оптрона. Конденсатор C5 быстро зарядится. Это приведет к открыванию транзистора VT5 и отключению нагрузки от сети. Такое техническое решение снимает проблему многократных ложных включений и отключений нагрузки при колебании сетевого напряжения вблизи одного из предельных значений. Конденсатор C5 заряжается полностью при первом же самом непродолжительном выходе сетевого напряжения за установленные пределы. Повторные (до окончания разрядки, продолжающейся, как было сказано выше, приблизительно минуту) пересечения порогов приводят лишь к дозарядке частично разряженного конденсатора и продлению выдержки. Этим обеспечена надежная, без "дребезга", коммутация нагрузки.

Авторский экземпляр устройства смонтирован навесным способом на восьми монтажных планках с десятью двухлепестковыми контактами каждая. Его можно собрать и на односторонней печатной плате, показанной на **рис. 2**.

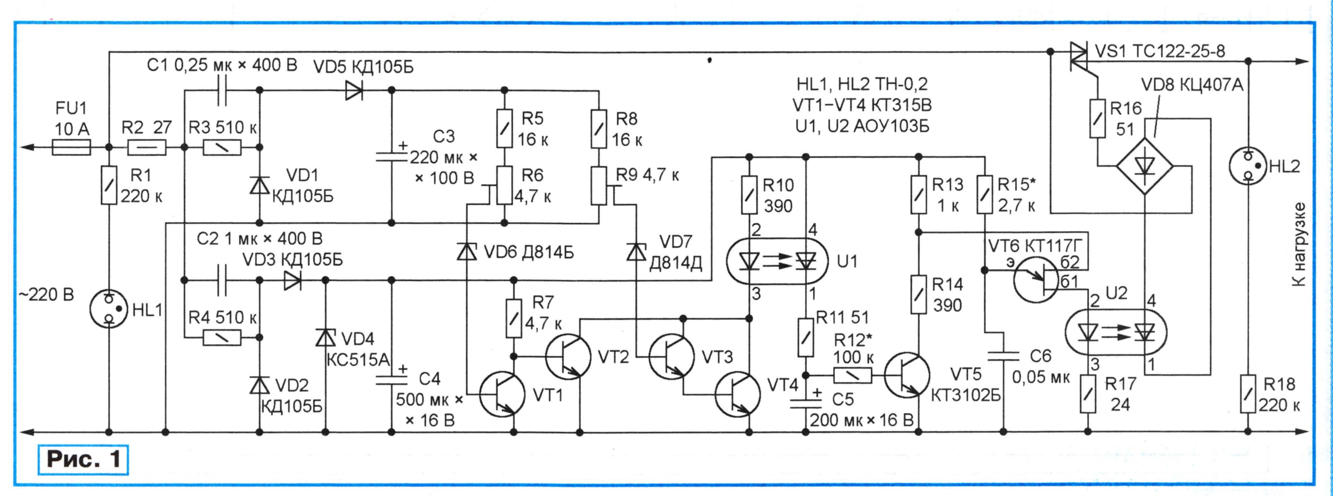


Рис. 1

Симистор VS1 снабжен штыревым теплоотводом размерами 60×55 мм. Резисторы R3 и R4 припаяны непосредственно к выводам конденсаторов C1 и C2. Все устройство помещено в корпус подходящего размера из изоляционного материала. На передней панели корпуса установлены патроны неоновых ламп HL1, HL2 и держатель плавкой вставки FU1.

Конденсаторы C1 и C2 — МБГЧ, C3 — К50-24, C4 и C5 — К50-6; C6 — МБМ. Все постоянные резисторы — МЛТ, подстроечные — СП3-38г. Заменой КД105Б послужат любые выпрямительные диоды на ток не менее 0,3 А и обратное напряжение более 300 В (серий Д226, КД205, КД109). Диодный мост КЦ407А

E-mail: dom@radio.ru тел. 208-28-38

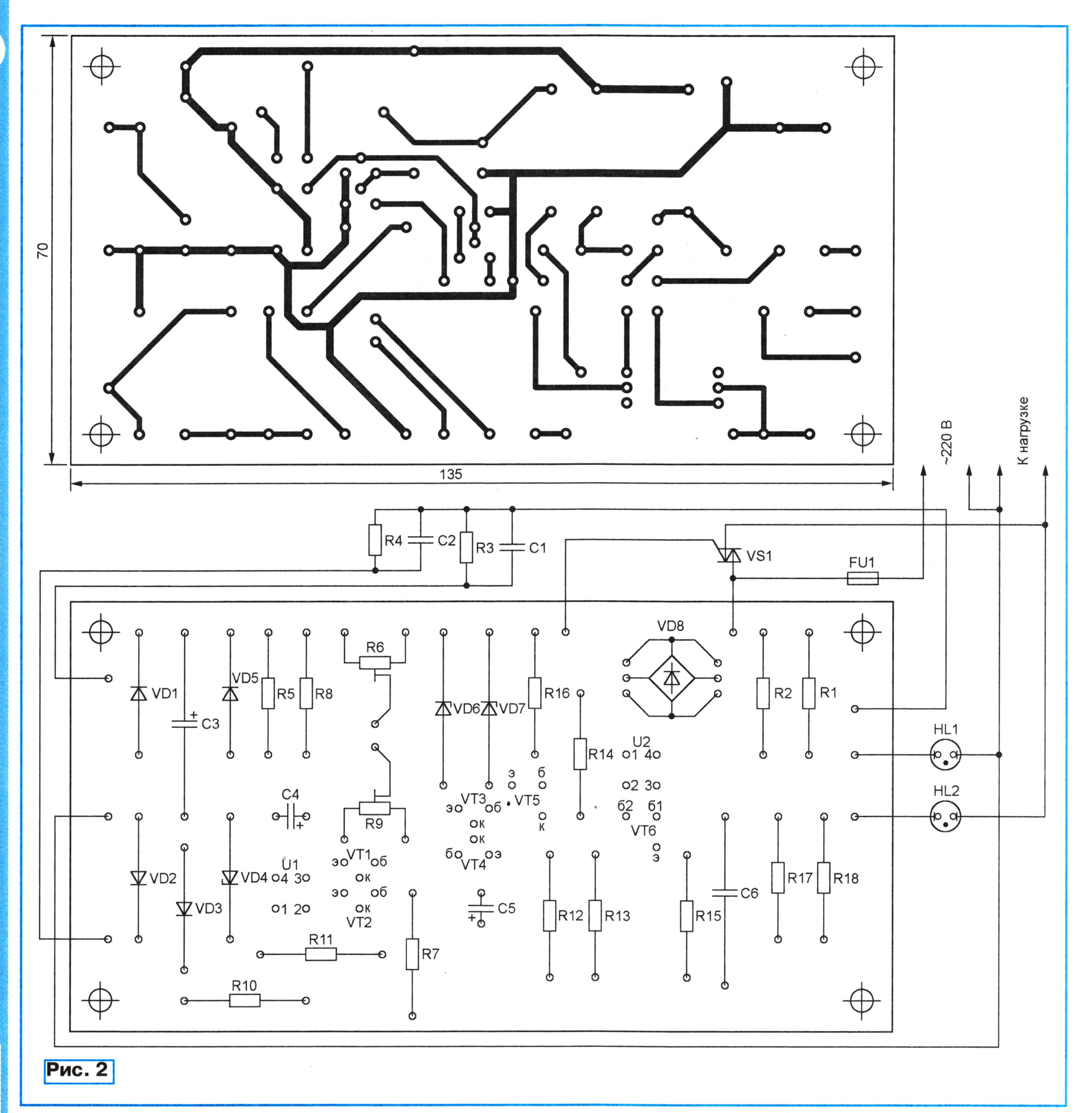


Рис. 2

можно заменить другими, близкими к нему по параметрам, например, серий КЦ402, КЦ405, или собрать из отдельных диодов КД105Б. Стабилитрон КС515А заменяют двумя соединенными последовательно Д814А, а Д814Б (VD6) и Д814Д (VD7) — другими маломощными с напряжением стабилизации соответственно 8...10 В и 12...14 В.

Вместо транзисторов КТ315В подойдут любые из серий КТ503, КТ3102, КТ3117, а КТ3102Б (VT5) заменят КТ3102В, КТ3102Д, КТ3117А или составной из двух КТ315В. Оптроны АОУ103Б можно заменить на АОУ103В, а лучше — на АОУ115Г или АОУ115Д. При мощности нагрузки до 1,4 кВт симистор ТС122-25 допустимо заменить на ТС112-10 или ТС106-10 класса по напряжению не ниже 4, а при 0,7 кВт — на КУ208Г.

Для настройки устройства защиты потребуются регулируемый автотрансформатор (ЛАТР), вольтметр переменного тока и нагрузка — лампа накаливания на 220 В мощностью не менее 40 Вт. На время настройки целесообразно в качестве С5 установить конденсатор емкостью 1...2 мкФ. Это уменьшит задержку включения нагрузки и облегчит регулировку порогов. Прежде чем начать регулировку, переведите движки резисторов R6, R9 в нижнее по схеме положение. При этом нагрузка будет отключена.

Установив с помощью ЛАТР входное напряжение равным нижнему предельному (180 В), перемещают движок резистора R6 до включения нагрузки. Обычно удается найти такое положение, при котором нагрузка без постороннего вмешательства периодически включается и выключается. Далее повышают входное напряжение до верхнего предела (240 В) и вновь добиваются срабатывания защиты, на этот раз с помощью подстроечного резистора R9. Остается заменить временно установленный конденсатор С5 штатным емкостью 200 мкФ и проверить длительность задержки включения нагрузки.

Так как цепи устройства находятся под сетевым напряжением, при его регулировке необходимо соблюдать правила электробезопасности.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Октан-корректор — блок зажигания

Э. АДИГАМОВ, г. Ташкент, Узбекистан

Октан-корректор, описанный В. Сидорчуком в [1], с последующими доработками [2, 3] до сих пор пользуется заслуженной популярностью у радиолюбителей—автомобилистов благодаря простоте, исключительно высокой надежности в работе, отличной повторяемости. Анализируя (как автор доработок) многочисленную почту журнала по этой теме, я пришел к выводу, что основная трудность состоит в обеспечении нормальной работы октан-корректора с блоками зажигания разных типов.

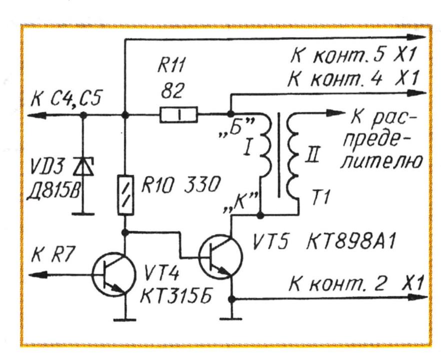
Так, в [2, 3] рассмотрена конструкция, предназначенная для совместной работы с блоком 3620.3734. Однако к настоящему времени он снят с производства и в связи с этим в разных регионах возникают проблемы с его приобретением. Также у читателей нередки вопросы по подключению октан-корректора к различным промышленным системам зажигания серий "Искра", "Электроника" и др.

Цель этой статьи — помочь тем, кому в силу тех или иных причин не удается оснастить свои автомобили октан-корректором В. Сидорчука.

Проведенные испытания октан-корректора с указанными доработками показали, что описанное в [2, 3] устройство может быть успешно использовано в качестве транзисторной системы зажигания (т. е. имеющийся на автомобиле электронный блок зажигания становится ненужным). Для этого его необходимо лишь дополнить выходным усилителем тока на транзисторах КТ315Б и КТ898А1. На **рисунке** предоставлена схема выходной ступени такого блока к октан-корректору (рис. 1 в [3]).

Октан-корректор собирают на печатной плате, чертеж которой показан на рис. 2 в [2]. Систему зажигания в сборе очень удобно разместить в корпусе от мотоциклетного блока зажигания КЭТ-1А. Транзистор VT4, резистор R10 припаивают к плате октан-корректора со стороны печатных проводников. Стабилитрон VD3 устанавливают в готовое резьбовое отверстие М4 внутри корпуса, а транзистор VT5 — на дно, для чего необходимо просверлить отверстие и нарезать в нем резьбу М3. Поверхность дна корпуса в этом месте следует зачистить мелкозернистой наждачной бумагой. Перед установкой транзистора его поверхность, прилегающую к дну, покрывают теплопроводящей пастой КПТ-8 или смазкой ЛИТОЛ-24. Резистор R11 удобно припаять навесным монтажом к блоку одновременно с установкой платы окончательно налаженного октан-корректора.

Налаживание октан-корректора в этом варианте ничем не отличается от описанного ранее. Перемычки следует установить по варианту Б (ВАЗ-2108) для применения с контактной системой зажигания, резистор R1 сопротивлением 510 Ом, вход устройства соединить с зажимом прерывателя, или по варианту А (ВАЗ-2106) для применения с бесконтактной системой зажигания типа ВАЗ-2108, резистор R1 сопротивлением 2,7 кОм.



Необходимо отметить, что в случае применения описываемой системы в автомобилях групп ВАЗ-2108 и ВАЗ-2109 необходимо заменить катушку зажигания 27.3705 на Б117А. Некоторое снижение энергии искры в этом случае частично скомпенсировано бо́льшим временем накопления энергии из-за увеличения скважности (3 против 2,57 у ВАЗ-2106). На автомобилях с контактной системой зажигания и с добавочным резистором в первичной цепи катушки плюсовой провод следует подключить к зажиму ВК-Б (с резьбой М4) катушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сидорчук В.** Электронный октан-корректор. — Радио, 1991, № 11, с. 25, 26.

2. **Адигамов Э.** Доработка октан-корректора. — Радио, 1994, № 10, с. 30, 31.

3. **Адигамов Э.** Усовершенствование октан-корректора. — Радио, 2000, № 9, с. 44, 45.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

E-mail: car@radio.ru
тел. 207-88-18

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ЧЕРЕВАНЬ О. СЕНСОРНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НАСТОЛЬНОЙ ЛАМПЫ. — РАДИО, 2003, № 1, с. 16.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства изображен на **рис. 1**. Плата рассчитана на установку резисторов МЛТ, конденсаторов КТ-2 с номинальным напряжением 500 В (С4, С5) и КМ (остальные). Реле К1 — РЭС22 исполнения РФ4.523.023-01 (сопротивление обмотки — 158...201 Ом, ток срабатывания — 36 мА), замыкающие пары контактов которого соединены параллельно (это позволяет управлять нагрузкой мощностью до 90 Вт). Для упрощения чертежа элементы микросхемы DD2 поменяли местами: функции DD2.1 выполняет элемент с выводами 1—5, а DD2.2 — с выводами 9—13. Не показанные на принципиальной схеме устройства конденсаторы С8, С9 (КМ емкостью 0,033...0,068 мкФ) — блокировочные в цепях питания микросхем. Проволочную перемычку, соединяющую выводы 10, 11 DD3 с проводником питания +12 В, необходимо впаять до установки микросхемы на место.

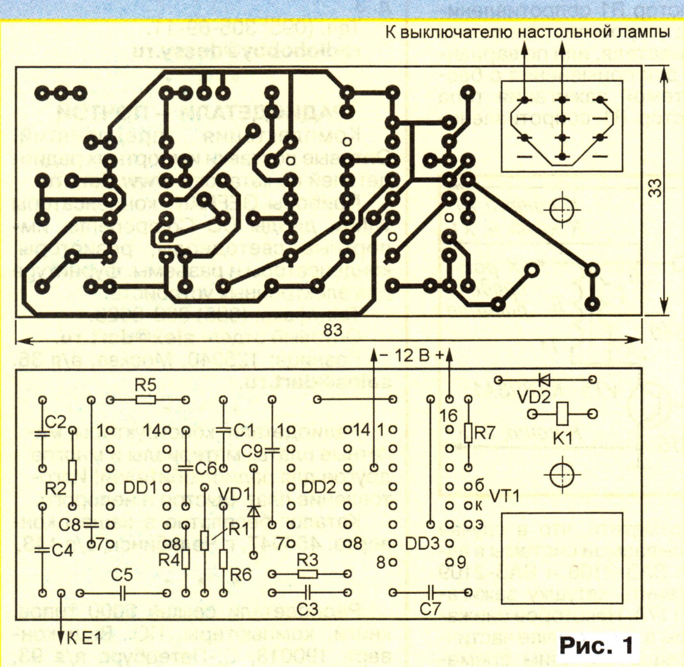


Рис. 1

Для вывода 16 (U_{CCD}) RC-фильтр, состоящий из резистора сопротивлением 120...160 Ом и оксидного конденсатора емкостью 1000 мкФ (10 В), а еще лучше — питать эти части от разных источников напряжением 4,5...5 В. Поскольку потребляемый микросхемой в паузах ток не превышает нескольких микроампер, выключатель питания не нужен.

ПАРТИН А. ЗВУКОВОЙ МОДУЛЬ НА ОДНОЙ МИКРОСХЕМЕ. — РАДИО, 2002, № 11, с. 40, 41.

Уменьшение шумов фонограммы.

При воспроизведении речевых фонограмм, записанных в память микросхем ISD1416, ISD1420, прослушивается заметный шум (особенно в паузах), обусловленный работой встроенного тактового генератора. Для его уменьшения рекомендуется разделить цепи питания цифровой и аналоговой частей микросхемы, например, включив в цепь вывода 16 (U_{CCD}) RC-фильтр (см. выше).

СЕМИЛЕТНИКОВ С. ДОМАШНЯЯ МЕТЕОСТАНЦИЯ. — РАДИО, 2002, № 9, с. 35—37.

О некоторых деталях устройства.

В блоке питания метеостанции применен унифицированный трансформатор ТПП246. Напряжения на его вторичных обмотках (при токе 0,24 А) следующие: 11—12, 13—14, 19—20 и 21—22 — 5 В, 15—16 и 17—18 — 20 В. Если первичная обмотка состоит не из одной, а из двух секций с отводами (ТПП246-127/220-50), то соединяют проволочной перемычкой выводы 3 и 7, а переменное напряжение 220 В подают на выводы 2 и 9.

Вид на цоколь со стороны выводов

4 5 6 7 3 2 1

Ключ (укороченный вывод)

Рис. 2

При отсутствии микроконтроллера КМ1816ВЕ751 с УФ ПЗУ рекомендуется использовать AT89S8252 с FLASH ПЗУ. В этом случае выводы 1—3 (соответственно Р1.0—Р1.2) DD1 необходимо подключить к шине питания +5 В через резисторы сопротивлением 4,7 кОм.

Цоколевка примененного автором датчика абсолютного атмосферного давления ТДМ2-А показана на **рис. 2**.

БУТОВ А. ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАТОР КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ. — РАДИО, 2001, № 10, с. 58.

Печатная плата.

Устройство собирают на печатной плате, изготовленной в соответствии с **рис. 3**. На ней устанавливают все детали, кроме звукоизлучателя BF1. Постоянные резисторы — МЛТ, подстроечный — СП5-2, конденсаторы — К50-35 (С1—С3) и КМ (остальные), стабилитрон VD1 — КС156А в миниатюрном стеклянном корпусе. Резистор R5 и стабилитрон монтируют перпендикулярно плате.

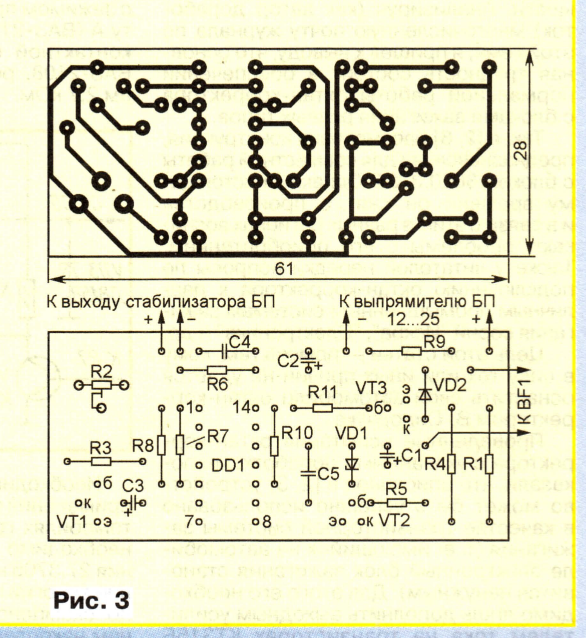


Рис. 3

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

СЕМИЛЕТНИКОВ С. ДОМАШНЯЯ МЕТЕОСТАНЦИЯ. — РАДИО, 2002, № 9, с. 35—37.

Последняя строка таблицы кодов должна выглядеть так: ***0650 EE 13 50 08 24 01 FE EF 34 00 FF 22 FE 22 00 00*** *(перенос условный; подчеркнуты ячейки, содержимое которых необходимо изменить). Как показала длительная эксплуатация метеостанции, выносить дисплей (вместе с регистрами сдвига и дешифраторами) на значительное расстояние нежелательно (наблюдались сбои информации).*

ПАХОМОВ А. СТЕРЕОДЕКОДЕР С ВХОДНЫМ ФИЛЬТРОМ КСС. — РАДИО, 2002, № 12, с. 14—16.

Вывод микросхемы DA1 (см. рис. 1 в статье), расположенный левее вывода 17, должен иметь номер 18, а правее — 16.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: consult@radio.ru тел. 207-89-00

Мощные полевые транзисторы серии КП742

Кремниевые n-канальные полевые транзисторы КП742А и КП742Б с изолированным затвором, обогащением канала, с встроенным защитным обратновключенным диодом изготавливают по эпитаксиально-планарной технологии. Приборы предназначены для работы в источниках вторичного электропитания с бестрансформаторным входом, в регуляторах, стабилизаторах и преобразователях напряжения с непрерывным и импульсным управлением, в приводах электродвигателей и другой аппаратуре, используемой в быту и промышленности.

Транзисторы оформлены в пластмассовом прямоугольном корпусе КТ-43 (ТО-218) с жесткими штампованными лужеными выводами (**рис. 1**); масса прибора — не более 6 г.

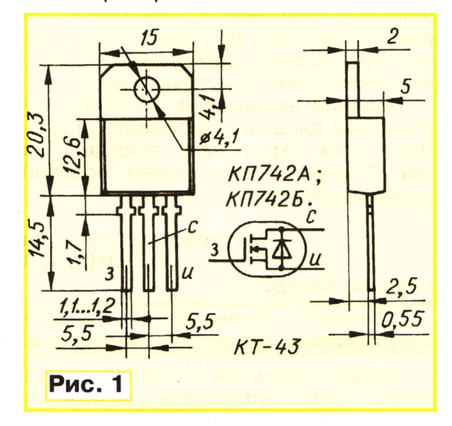


Рис. 1

Зарубежный аналог транзистора КП742А — STH75N06, КП742Б — STH75N05 фирмы SGS-THOMSON.

Основные технические характеристики при $T_{корп}$ = 25 °С

Пороговое напряжение, В, при токе стока 0,25 мА и соединенных затворе и стоке .2...4

Сопротивление открытого канала, Ом, не более, при длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50, при токе стока 40 А и напряжении затвор—исток 10 В для
- КП742А 0,014
- КП742Б 0,012

Остаточный ток стока, мкА, не более, при максимальном напряжении сток—исток и нулевом напряжении затвор—исток 250

Ток утечки затвора, нА, не более, при напряжении затвор—исток ±20 В и нулевом напряжении сток—исток . . . .±100

Крутизна ВАХ, А/В, не менее, при длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50, при напряжении сток—исток 10 В и токе стока 40 А 25

Максимальная частота усиления, МГц, не менее 1

Время включения*, мкс, не более, при напряжении сток—исток 25 В, токе стока 40 А, выходном сопротивлении источника сигнала 6,2 Ом, сопротивлении в цепи стока 50 Ом, напряжении затвор—исток 10 В, длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50 1,57

Время выключения*, мкс, не более, при напряжении сток—исток 40 В, токе стока 75 А, выходном сопротивлении источника сигнала 50 Ом, сопротивлении в цепи стока 50 Ом, напряжении затвор—исток 10 В, длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50 для
- КП742А 0,97
- КП742Б 1,08

Емкость транзистора*, пФ, не более, при напряжении сток—исток 25 В, нулевом напряжении затвор—исток и частоте 1 МГц
- входная 5200
- выходная 2300
- проходная 650

Тепловое сопротивление кристалл—корпус, °С/Вт, не более 30

Постоянное прямое напряжение открытого защитного диода, В, не более, при нулевом напряжении затвор—исток, длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50 для КП742А при токе через стоковый вывод 75 А и КП742Б — 80 А 1,6

Время обратного восстановления диода*, нс, при напряжении сток—исток 35 В, скорости нарастания тока диода 100 А/мкс, длительности импульсов не более 300 мкс и их скважности не менее 50 для КП742А при токе через стоковый вывод 75 А и КП742Б — 80 А 130

** Справочные параметры.*

Предельно допустимые значения

Наибольшее напряжение сток—исток, В, для
- КП742А 60
- КП742Б 50

Наибольшее напряжение затвор—исток, В . . . .±20

Наибольший постоянный ток стока*, А, при температуре корпуса не более 25 °С для
- КП742А 75
- КП742Б 80

Наибольший импульсный ток стока*, А, для
- КП742А 300
- КП742Б 320

Наибольший прямой ток защитного диода, А, для
- КП742А 75
- КП742Б 80

Наибольшая постоянная рассеиваемая мощность**, Вт, при температуре корпуса 25 °С 200

Наибольшая температура кристалла, °С 175

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С . . . .–55...+150

** При условии непревышения значений максимальных рассеиваемой мощности и температуры кристалла.*

*** При температуре окружающей среды более 25 °С максимальная допустимая мощность P_{max} должна быть снижена в соответствии с формулой*

$$P_{max} = \frac{T_{кр\,max} - T_{корп}}{R_{Т.кр-корп}},$$

где $T_{кр\,max}$ и $T_{корп}$ — значения максимально допустимой температуры кристалла и текущей температуры корпуса транзистора; $R_{Т.кр-корп}$ — тепловое сопротивление кристалл—корпус.

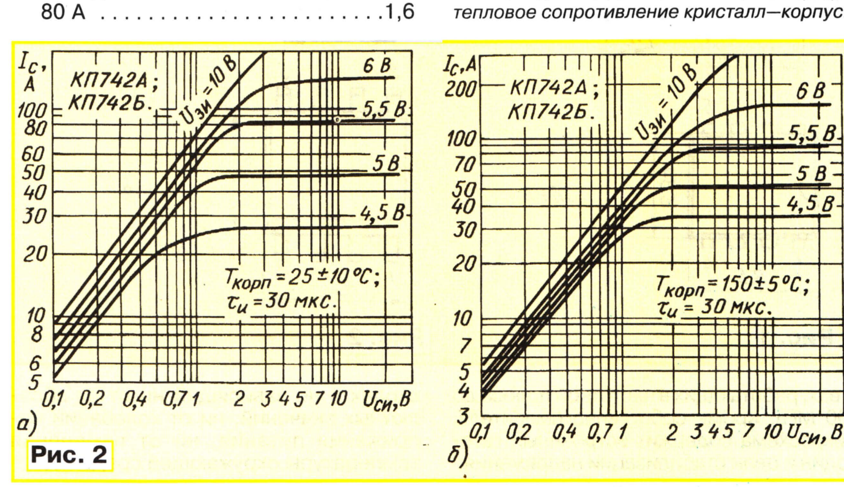


Рис. 2

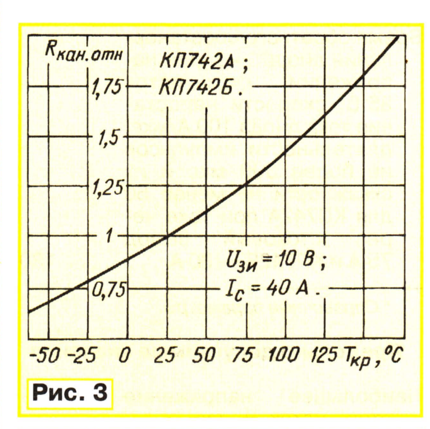


Рис. 3

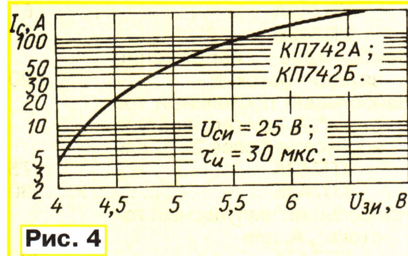


Рис. 4

Допустимое значение статического потенциала — 500 В в соответствии с ОСТ 11 073.062. Режим и условия монтажа транзисторов в аппаратуру — по ОСТ 11 336.907.0.

Графические типовые зависимости параметров транзисторов КП742А и КП742Б представлены на рис. 2—7.

На **рис. 2**,а и б показаны семейства выходных характеристик приборов при

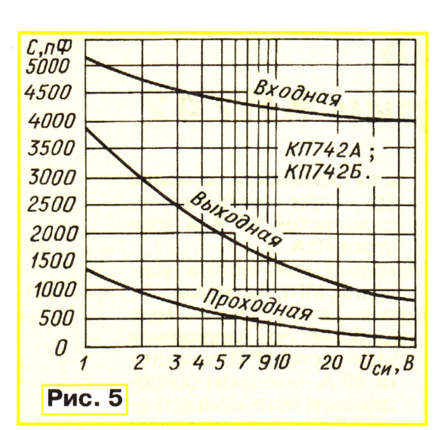


Рис. 5

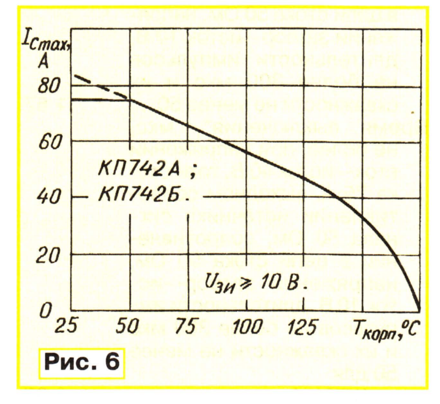


Рис. 6

двух значениях температуры корпуса, а на **рис. 3** — температурная зависимость сопротивления открытого канала (нормированная относительно точки,

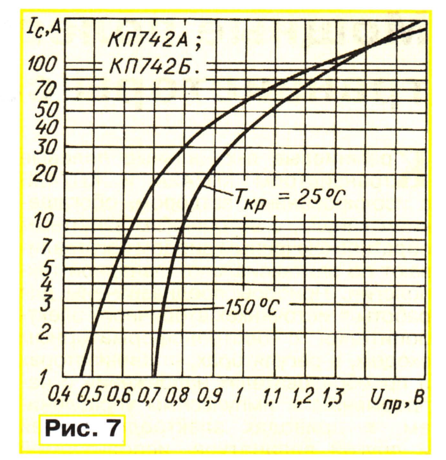


Рис. 7

где температура кристалла $T_{кр}$ = 25 °С). **Рис. 4** иллюстрирует зависимость тока стока от напряжения затвор—исток.

Зависимости входной, выходной и проходной емкости приборов от напряжения сток—исток изображены на **рис. 5**. Ток стока при повышении температуры корпуса необходимо снижать в соответствии с кривой на **рис. 6**.

Падение напряжения на открытом защитном диоде в зависимости от прямого тока через него показано на **рис. 7** (здесь I_c — ток через стоковый вывод прибора).

Материал подготовил
В. КИСЕЛЕВ
г. Минск, Белоруссия

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Двойной балансный смеситель SA612A

Активный двойной балансный частотный смеситель группы SA612A (фирмы Philips Semiconductors) рассчитан на использование в радиоприемных устройствах, работающих в частотной полосе до 500 МГц. Кроме собственно смесителя, микросхема содержит встроенный гетеродин и цепи стабилизации напряжения.

Основа смесителя — балансный (дифференциальный) усилитель, обеспечивающий на выходе сигнал, пропорциональный лишь разности сигналов на входах и не зависящий ни от их абсолютных значений, ни от колебаний напряжения питания, ни от изменения температуры окружающей среды [1].

Рис. 1

Рис. 2

Прибор оформлен в пластмассовом корпусе двух конструктивных вариантов: DIP8 (SA612AN) — для традиционного монтажа (**рис. 1**); SO8 (SA612AD) — для поверхностного (**рис. 2**).

Структурная схема балансного смесителя SA612A представлена на **рис. 3**. Цоколевка прибора: выводы 1 и 2 — дифференциальный вход балансного усилителя; вывод 3 — общий, минусо-

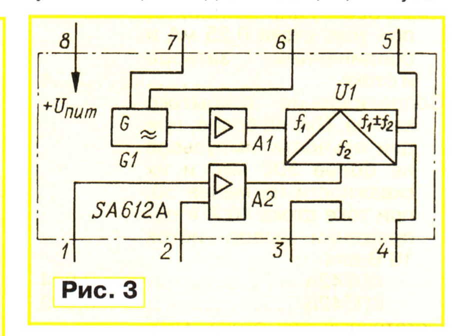


Рис. 3

вый вывод питания; выводы 4 и 5 — дифференциальный выход смесителя; выводы 6 и 7 — выводы для подключения внешних цепей гетеродина; вывод 8 — плюсовой вывод питания.

Как видно из схемы, устройство имеет два балансных входа и выхода (отсюда и характеристика — двойной). Такая структура дает широкие возможности в построении входных и выходных цепей смесителя (см. ниже). В частности, применение балансной схемы смесите-

ля позволяет избавиться от побочных продуктов преобразования в выходном сигнале [2].

Основные технические характеристики при $T_{окр.ср}$ = 25 °С и напряжении питания 6 В

Напряжение питания, В ....4,5...8
Потребляемый ток, мА,
максимальное значение 3
типовое значение 2,4
Максимальная частота входного сигнала, МГц 500
Максимальная частота встроенного гетеродина, МГц 200
Коэффициент шума, дБ (типовое значение), при частоте входного сигнала 45 МГц 5
Коэффициент преобразования, дБ, при частоте входного сигнала 45 МГц
минимальное значение 14
типовое значение 17
Точка пересечения по интермодуляции третьего порядка IIP3*, дБм (типовое значение), при мощности входного сигнала –45 дБм .....–13
Входное сопротивление балансных входов, кОм (минимальное значение) 1,5
Выходное сопротивление, кОм (типовое значение) 1,5
Входная емкость, пФ 3
Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С . .–40...+85

** Так называют условную точку пересечения на графике прямой, характеризующей мощность интермодуляционных искажений третьего порядка, с продолжением линейной динамической характеристики смесителя [3]. Этот параметр позволяет оценить динамический диапазон смесителя по интермодуляции третьего порядка.*

Указанные высокочастотные параметры смесителя сняты на испытательном стенде, схема которого показана на **рис. 4**. Ее фактически можно рассматривать как типовую схему включения.

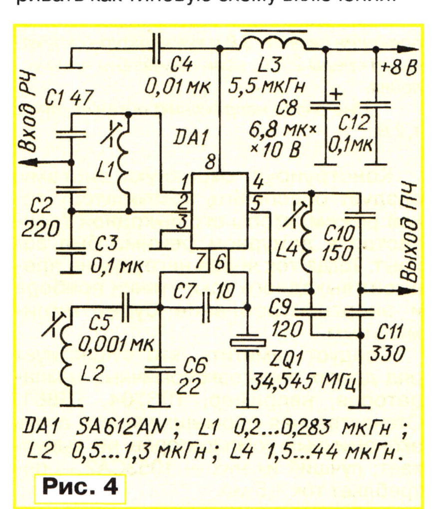


Рис. 4

В зависимости от конкретного применения микросхемы входной сигнал может быть подан по-разному. На **рис. 5**,а и б представлены резонанс-

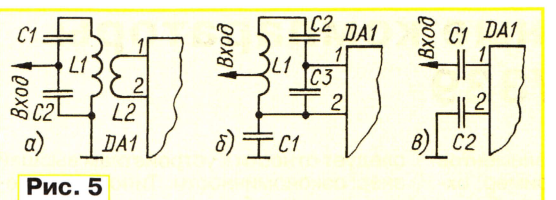


Рис. 5

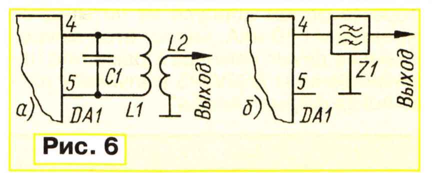


Рис. 6

ные варианты входной цепи, а на рис. 5,в — широкополосный (в этом случае неиспользуемый вывод должен быть "заземлен" по переменному току конденсатором емкостью 0,001...0,1 мкФ в зависимости от рабочей частоты).

Выходные сигналы смесителя (на выводах 4 и 5) имеют противоположные фазы. Нагрузка может быть включена как между фазами (**рис. 6**,а), так и однофазно (рис. 6,б). Неиспользуемый вывод фирма—изготовитель допускает оставлять свободным; тем не менее лучше его тоже "заземлять" по переменному току через конденсатор.

В качестве частотозадающего элемента встроенного гетеродина можно применять либо LC-контур (**рис. 7**,а), либо кварцевый резонатор (рис. 7,б), работающий на основной частоте или на гармониках. В паре с гармониковым резонатором необходимо использовать дополнительный LC-контур, настроенный на частоту соответствующей гармоники (L1C2C3, рис. 7,в). Номиналы внешних элементов определяют из тех же соображений, что и для обычного гетеродина на биполярном транзисторе. Вывод 6 микросхемы соединен с базой внутреннего транзистора (VT1 на рис. 7,а).

Смеситель может работать и с внешним гетеродином (рис. 7,г). Амплитуда входного напряжения на выводе 6 смесителя должна быть в пределах 200...300 мВ.

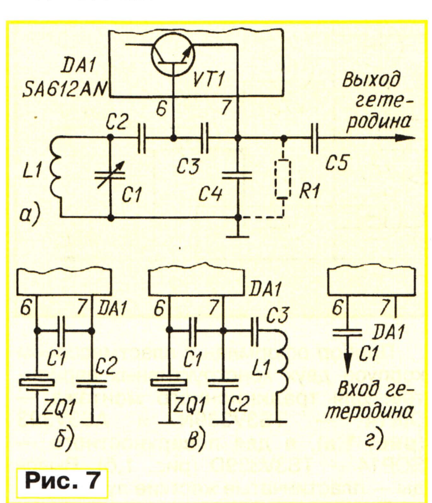


Рис. 7

При необходимости сигнал местного гетеродина через конденсатор связи C5 (рис. 7,а) небольшой емкости можно подать на внешнюю усилительную ступень. Амплитуда колебаний гетеродина будет больше, если вывод 7 смесителя зашунтировать резистором (R1) сопротивлением 1...10 кОм.

На **рис. 8** и **9** показаны температурные зависимости коэффициента шума

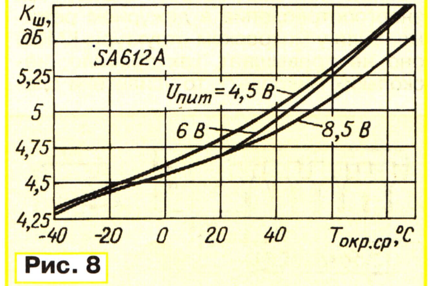


Рис. 8

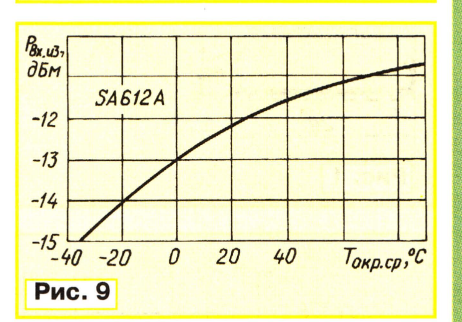


Рис. 9

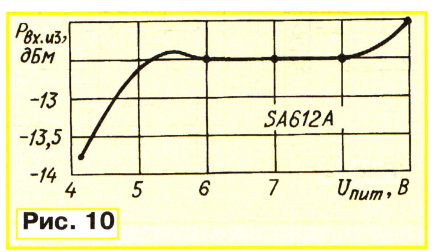


Рис. 10

$K_ш$ смесителя при различных значениях напряжения питания и входной мощности, соответствующей "точке пересечения по интермодуляционным искажениям третьего порядка" $P_{вх.из}$ соответственно, а на **рис. 10** — зависимость того же параметра $P_{вх.из}$ от напряжения питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Головин О. В., Кубицкий А. А.** Электронные усилители. — М.: Радио и связь, 1983, с. 87.

2. **Поляков В. Т.** О реальной селективности КВ приемников. — Радио, 1981, № 3, с. 18—21; № 4, с. 21, 22.

3. **Рэд Э. Т.** Схемотехника радиоприемников. — М.: Мир, 1989, с. 8.

4. SA612A. Double-balanced mixer and osciillator. Data sheet. — **<http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/SA612A.pdf>**.

Материал подготовил А. ТЕМЕРЕВ

г. Светловодск Кировоградской обл., Украина

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Микромощные компараторы серии TS3V339

При выборе электронных элементов и узлов для сборки, например, охранной системы одним из наиболее важных их параметров становится энергопотребление в дежурном режиме. Если у микросхем структуры КМОП оно не превышает, как правило, нескольких микроватт, то усилители слабого сигнала, без которых не обходится, как правило, ни один электронный сторож, потребляют намного больше.

Для усиления слабых сигналов до уровня, принятого в технике КМОП, используют компараторы — операционные усилители, формирующие выходное напряжение, пригодное для непосредственного управления цифровыми микросхемами.

Компараторы микросхемы TS3V339 фирмы THOMSON Microelectronics следует отнести к устройствам высшей энергоэкономичности. Типовое значение токопотребления одного компаратора (в одном корпусе их четыре) не превышает 10 мкА. Аналог этой микросхемы с двумя компараторами под наименованием AS3V393 выпускает латвийская фирма "Альфа".

Прибор оформлен в пластмассовом корпусе двух конструктивных вариантов: для традиционного монтажа — DIP14 — TS3V339N и AS3V393 (**рис. 1**,а), а для поверхностного — SOP14 — TS3V339D (рис. 1,б). Выводы — пластинчатые жесткие луженые.

Схема внутренних соединений прибора и его цоколевка показаны на **рис. 2**, а упрощенная принципиальная схема одного компаратора — на **рис. 3**. Выход — открытый сток транзистора n-МОП.

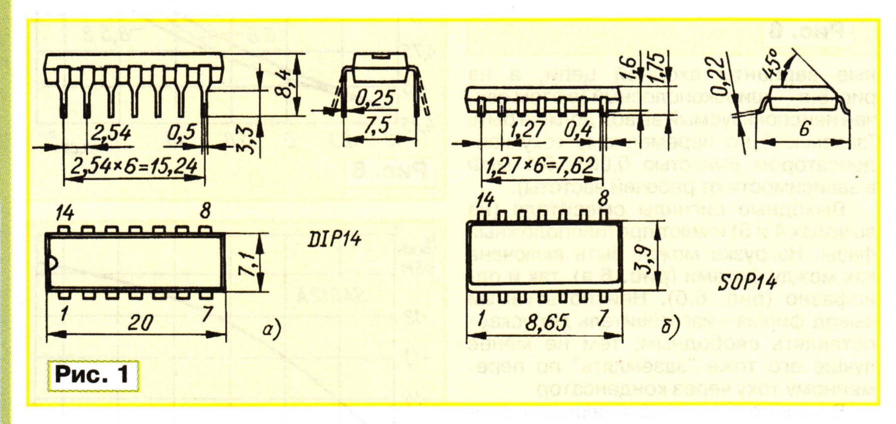


Рис. 1

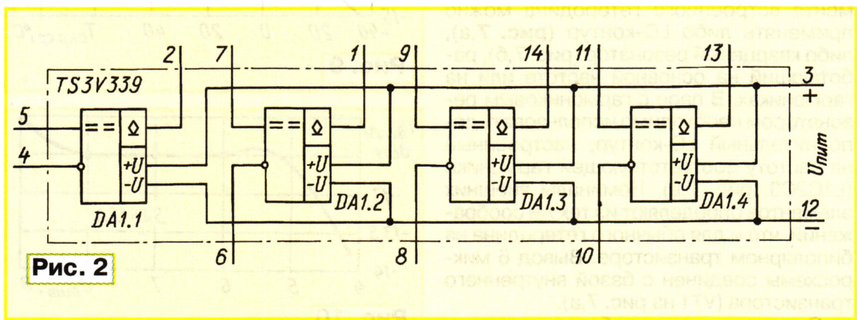


Рис. 2

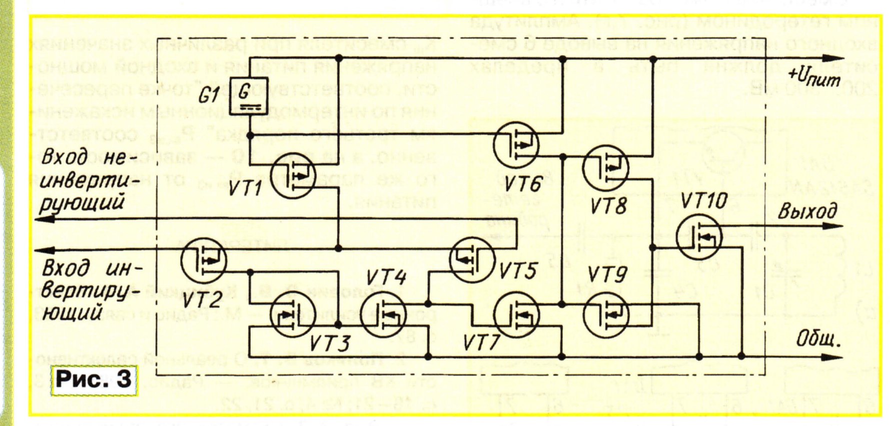


Рис. 3

Основные технические характеристики*

Напряжение питания, В ......2,7...16
Потребляемый ток, мкА, не более 20
типовое значение 9
Задержка включения, мкс (типовое значение), при сопротивлении нагрузки 5,1 кОм, емкости нагрузки 15 пФ и входном напряжении 5 мВ 2,5
Задержка выключения, мкс (типовое значение), при сопротивлении нагрузки 5,1 кОм, емкости нагрузки 15 пФ и входном напряжении сигнала 5 мВ 1,5
Напряжение насыщения выхода, В, не более, при входном напряжении более 1 В и выходном токе 6 мА 0,5
типовое значение 0,4
Синфазное входное напряжение, В,
минимальное 0
максимальное 1,8**
Напряжение смещения "нуля", мВ, не более 5
Входной ток, нА (типовое значение) 1
Неодинаковость значений входного тока инвертирующего и неинвертирующего входов, пА (типовое значение) 1
Ток утечки выхода, мкА, не более, при выходном напряжении 3 В и входном напряжении более 1 В 1
Коэффициент подавления синфазной помехи, дБ (типовое значение) 70
Коэффициент ослабления влияния напряжения питания, дБ (типовое значение) 70
Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ....−40...+85

** Для одиночного компаратора; при напряжении питания 3 В и температуре окружающей среды 25 °С, если не указаны иные условия.*

*** Оно равно напряжению питания минус 1,2 В.*

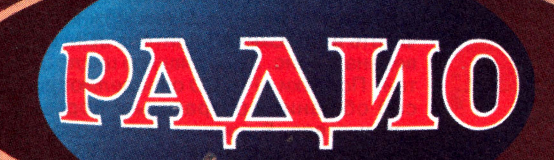
Конструируя охранную систему, следует обеспечить компаратору такой режим, чтобы его выходной транзистор в дежурном режиме был закрыт. Тогда ток через нагрузку не превысит выходного тока утечки прибора и энергопотребление будет минимальным.

Следует заметить, что существует ряд других энергоэкономичных компараторов, например, TS3704, TS861. Отечественная промышленность столь экономичных компараторов не выпускает; лучший их них — 1053СА2 — потребляет ток 1,5 мА.

Материал подготовил Ю. ВИНОГРАДОВ
г. Москва

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

E-mail: inform@radio.ru тел. 207-88-18



Ответственный редактор Иванов Б. С.
тел. 207-88-18
E-mail: novice@radio.ru

При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.

начинающим

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ



Программаторы и программирование микроконтроллеров

А. ДОЛГИЙ, г. Москва

Адаптер готов, что дальше?

После того, как адаптер для подключения к компьютеру программируемой микросхемы готов, желательно его проверить. Если он рассчитан на подключение к COM-порту компьютера, воспользуйтесь программой TCOM, которая находится на FTP-сервере журнала "Радио" по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2003/05/tcom.exe**>, о порядке ее использования для проверки одного из вариантов адаптера SI Prog можно прочитать в [4].

Другие адаптеры проверяют аналогичным образом. Нужно лишь, как сказал герой кинофильма "С легким паром", "мыслить логически" и, проанализировав схему адаптера, представить себе, какие значения должно принимать напряжение на том или ином гнезде панели программируемой микросхемы при том или ином состоянии линий порта.

Теперь остается найти подходящую "программу программирования", которая, будучи запущенной на компьютере, возьмет на себя управление адаптером и формирование всех нужных сигналов на выводах программируемой микросхемы.

Подобные программы бывают двух видов. Простейшие лишь реализуют алгоритм, нужный для загрузки кода в микроконтроллер одного или нескольких очень похожих типов. Обычно бывает достаточно, запуская такую программу или отвечая на ее запрос, указать имя файла с исходными данными. Все остальное будет сделано автоматически. Пользователю не предоставлено никаких дополнительных возможностей, иногда невозможно даже прочитать записанное и сверить его с исходными данными.

Как правило, эти программы написаны их авторами лишь для того, чтобы запрограммировать недавно выпущенную (или ту, с которой пришлось столкнуться впервые) микросхему. Для опытного программиста это иногда проще, чем искать готовую программу. Однако посторонний пользователь подобных программ рискует столкнуться с проблемами и дефектами, которые автор программы в свое время не обнаружил и не исправил, а сделать это без его участия практически невозможно.

Нужно сказать, что фирмы—изготовители микроконтроллеров тоже распространяют (в том числе на справочных компакт-дисках и на своих Интернет-сайтах) простые программы для программирования либо включают их в состав систем автоматизированной разработки программного обеспечения. Позволяя потенциальным потребителям быстрее освоить новый товар, это способствует увеличению спроса. Достоинство "фирменных" программ — строгое соблюдение всех предписанных режимов программирования и быстрое обновление при выявлении каких-либо дефектов в старых версиях. Недостаток — они работают, как правило, только с фирменным же (или рекомендованным фирмой) адаптером, который предлагается купить, и весьма недешево. Справедливости ради нужно отметить, что многие фирмы (Atmel и MicroChip в том числе) публикуют схемы своих адаптеров, не делая из них секрета. Именно к таким относятся некоторые из тех, о которых шла речь в предыдущих разделах.

Другая категория "программ программирования" — универсальные, способные работать с адаптерами различных типов и программировать большое число разнообразных микросхем памяти и микроконтроллеров. Универсальные программы снабжены, как правило, развитым сервисом и весьма удобны для пользователя. Очень хорошо, если автор программы "поддерживает" ее, постоянно устраняя не замеченные ранее ошибки и расширяя список программируемых микросхем и пригодных для них адаптеров.

Из универсальных программ, распространяемых через Интернет бесплатно, наиболее популярны PonyProg и IC-PROG. Сравнивать их довольно сложно — каждая имеет свои особенности, которые кто-то сочтет достоинствами, а кто-то — недостатками. Поэтому перейдем к рассмотрению конкретных программ и способов работы с ними.

Устанавливаем PonyProg на компьютер

Набрав в Интернет-браузере адрес <**http://www.lancos.com/e2p/ponyprog2000.html**>, увидим на экране картину, подобную показанной на **рис. 14**, с длинным списком версий программы PonyProg. Возможно, к моменту публикации данной статьи список станет еще длиннее. В самой нижней его части — последняя англоязычная версия программы (2.06c), а выше — перечень исполняемых файлов предыдущей версии (2.05a), адаптированных на разные языки, в том числе на русский.

Что же "скачать"? Прежде всего, "щелкнув" по надписи "v2.06c BETA", оригинальный англоязычный вариант. В полученном файле—архиве **ponyprogV206c.zip** находится программа-установщик **setup.exe**. После запуска она автоматически установит PonyProg на компьютере. От пользователя потребуется лишь отвечать согласием на все выводимые на экран запросы.

Те, кто предпочитает работать с русскоязычной программой, должны скачать, щелкнув по слову Russian (рис. 14), архив **PonyProg2000-Russian.zip** и находящимся в нем файлом **PONYPROG2000.exe** заменить одноименный в папке **C:\Program Files\PonyProg2000** (она была создана программой-установщиком на предыдущем этапе). Можно поместить русифицированный файл в отдельную папку, что даст возможность по выбору запускать английский или русский вариант программы. Однако без установки первого второй не работает. Учтите также, что русифицированный вариант относится к версии 2.05a и не содержит новшеств, появившихся в более поздних версиях, в том числе расширенного списка программируемых микросхем.

Все сказанное в этом разделе относится к вариантам программы PonyProg — приложения Windows. Однако те, кто предпочитает операционную систему LINUX, найдут на той же Интернет-странице и предназначенные для нее варианты.

Запуск и настройка PonyProg

В результате установки PonyProg одноименный раздел появится в меню "Пуск/Программы" компьютера. В нем есть строка PonyProg2000 со значком в виде лошадиной головы. Можно запус-

Продолжение.
Начало см. в «Радио», 2004, № 1—3

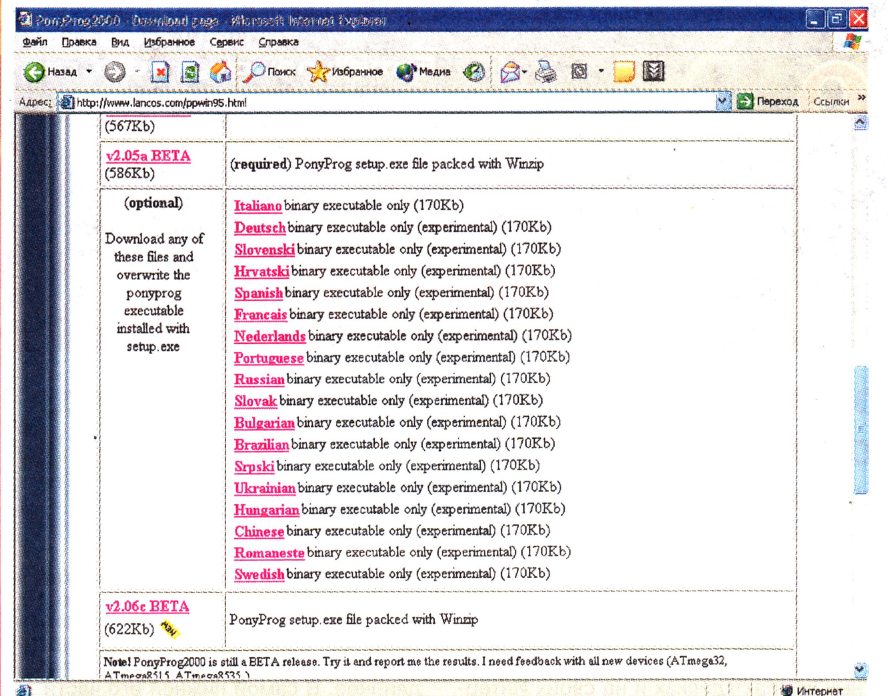


Рис. 14

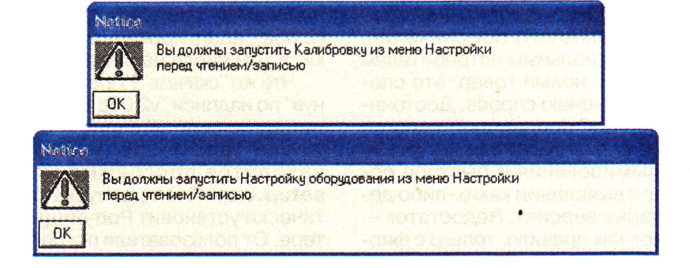


Рис. 15

кать программу прямо отсюда или предварительно (для удобства) создать его ярлык на "Рабочем столе". Ярлыки английского и русского вариантов программы по умолчанию получат одно и то же имя — PonyProg2000. Чтобы не путаться, лучше переименовать ярлык русского варианта, например, в PonyProgRus.

Первое, что будет выведено на экран после запуска PonyProg — главное окно с перечнем пунктов главного меню и кнопками управления в верхней части, а в нем — окно меньшего размера с

Настройка платы программатора
Установки порта
Последовательный
Параллельный
SI Prog API
Avr ISP API
COM1 COM3
COM2 COM4
LPT1 LPT3
LPT2
Выбор полярности сигналов управления
Инвертировать Reset
Инвертировать D-IN
Инвертировать SCKL
Инвертировать D-OUT
Отмена OK Проверка

Рис. 16

краткой информацией о программе и ее авторе. Закройте его, нажав кнопку "ОК". Тут же одно за другим появятся два предупреждения (**рис. 15**), которым мы последуем чуть позже, а пока просто закроем их, нажимая "ОК". Учтите, что в русском тексте предупреждений меню "Установки" ошибочно названо "Настройки". Аналогичная ошибка и в английском варианте. Меню "Setup" названо "Options".

Если адаптер программирования до сих пор не подключен к компьютеру, сейчас самое время это сделать. Выберем в главном меню пункт "Установки", а в нем — "Настройка оборудования". На экране появится окно "Настройка платы программатора", показанное на **рис. 16**. Укажем в нем тип порта (последовательный или параллельный), к которому подключен адаптер, и его имя (например, COM1). При нажатии кнопки со стрелкой вниз в соответствующем окошке "выпадет" список адаптеров, с которыми способна работать программа. Для последовательного порта список состоит всего из трех строк:

SI Prog API
SI Prog I/O
JDM API

Как уже было сказано, SI Prog — оригинальный набор адаптеров, разработанных автором программы PonyProg специально для нее. О них можно прочитать в [6]. Схема адаптера JDM приведена на рис. 3 настоящего цикла статей. Пометки API и I/O определяют способ общения программы с портами компьютера. В первом случае она использует стандартные функции Windows API (интерфейса прикладных программ Windows), во втором — обращается к портам "напрямую". Второй метод более эффективен, но, к сожалению, не все версии Windows его допускают. Поэтому во избежание неприятностей выбирайте API. На адаптеры, подключаемые к параллельному порту компьютера, программу настраивают аналогичным образом.

Сделав выбор, нажмите кнопку "Проверка". Компьютер сообщит, удалось ли ему обнаружить адаптер, подключенный к указанному порту. Если нет, первым делом проверьте, включен ли внешний источник питания адаптера (если он предусмотрен), убедитесь, что все разъемы сочленены надежно и правильно, а перемычки, специально предусмотренные в адаптерах для их распознавания компьютером (о них было рассказано в предыдущих разделах), находятся на своих местах. Причиной неработоспособности адаптера может быть и неправильный выбор метода общения с ним компьютера, о чем было сказано выше.

Панель "Выбор полярности сигналов управления" (в нижней части рис. 16) дает возможность настроить программу на работу с адаптерами, отсутствующими в списке, или с некоторыми "нестандартными" микросхемами. Ставя "галочки" в соответствующих клетках этой панели, задают программную инверсию всех или некоторых сигналов, учитывая таким образом особенности адаптера или микросхемы.

Закончив настройку, нажмите кнопку "ОК".

Далее выполним пункт "Калибровка" меню "Установки". Программа "измерит" скорость работы компьютера и вычислит значения переменных, определяющих в дальнейшем длительность импульсов и пауз между ними, формируемых в процессе программирования. Учтите, что как при калибровке, так и при собственно программировании все другие (кроме PonyProg) программы должны быть закрыты. Иначе неизбежны ошибки.

Описанные операции необходимы лишь при первом запуске PonyProg. Программа запомнит сделанные установки и при последующих запусках выполнит их автоматически. Повторить настройку придется лишь при смене адаптера или при подключении его к другому порту. Одно важное замечание. PonyProg не знает, рассчитан ли выбранный адаптер на работу с нужной микросхемой. Вся ответственность за правильный выбор лежит на пользователе.

ЛИТЕРАТУРА

6. **Долгий А.** Разработка и отладка устройств на МК. — Радио, 2001, № 7, с. 19—21.

(Продолжение следует)

Редактор — Б. Иванов, графика — А. Долгий

Логический пробник — приставка к цифровому мультиметру

И. Нечаев г. Курск

При настройке и ремонте радиоаппаратуры, в состав которой входят логические цифровые микросхемы, весьма полезен пробник, индицирующий логические уровни на их выводах. Если такой пробник будет еще и звуковым, то не придется отвлекаться, наблюдая за показаниями индикатора или вольтметра, часто используемого для таких целей. Схема и конструкция пробника, удовлетворяющего перечисленным условиям, и описаны в предлагаемой статье.

Логический пробник для проверки работы цифровых микросхем удается значительно упростить, выполнив его в виде приставки к цифровому мультиметру, имеющему режим "звуковой прозвонки". К таким мультиметрам относятся M832, M838 и некоторые другие.

Совместно с мультиметром пробник обеспечивает следующий режим

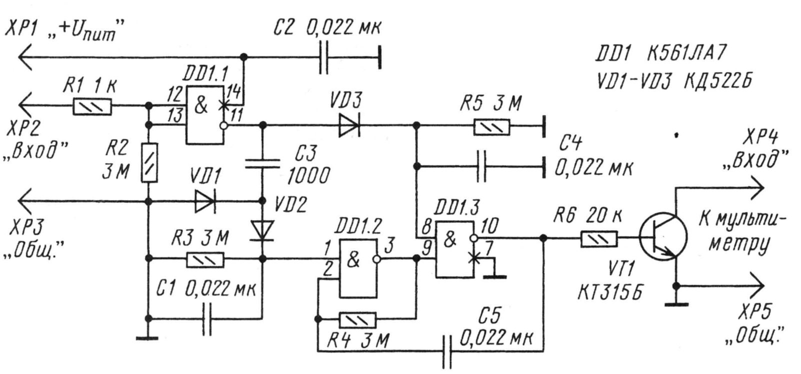


Рис. 1

Рис. 2

индикации логических уровней: при подаче на вход напряжения с низким логическим уровнем или при отсутствии напряжения на входе, звукового сигнала нет. При высоком уровне напряжения на входе звучит непрерывный звуковой сигнал, если же на входе присутствуют импульсы с напряжением, изменяющимся от низкого до высокого логического уровня, то звуковой сигнал будет прерывистым.

Схема логического пробника—приставки показана на **рис. 1**. В пробнике использована всего одна логическая микросхема DD1. Пробник подключают к входным гнездам цифрового мультиметра, предназначенным для измерения сопротивления или напряжения.

На логическом элементе DD1.1 собран буферный каскад, который имеет большое входное сопротивление и мало нагружает исследуемое устройство. На логических элементах DD1.2, DD1.3 выполнен генератор импульсов низкой частоты (несколько герц). Четвертый логический элемент микросхемы не используется, и его входы соединены на монтажной плате с общим проводом. Транзистор VT1 выполняет роль электронного ключа, а диоды VD1 — VD3 выпрямляют импульсное напряжение.

Пробник подключают к цепям питания контролируемого устройства с напряжением от 3 до 15 В. Поскольку потребляемый пробником ток очень мал, на работе устройства подключение пробника практически никак не сказывается.

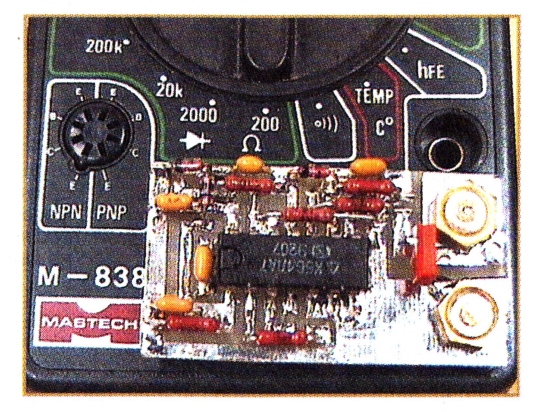
Работает пробник так. Когда на входе присутствует напряжение низкого логического уровня, то на выходе элемента DD1.1 установится высокий уровень. На входе 1 элемента DD1.2 будет низкий уровень, поскольку он соединен с общим проводом через резистор R3, а на его выходе — высокий. На обоих входах элемента DD1.3 окажется высокий уровень, поэтому на его выходе установится низкий уровень и транзистор VT1 будет закрыт. Поскольку мультиметр включен в режим "звуковой прозвонки", а сопротивление закрытого транзистора превышает 1 кОм, звуковой сигнал отсутствует.

При подаче на вход напряжения с высоким логическим уровнем на входе элемента DD1.2 останется низкий уровень, на входе 8 элемента DD1.3 — низкий, а на его выходе — высокий. Транзистор откроется, его сопротивление уменьшится и будет звучать непрерывный звуковой сигнал.

Если же на вход подать импульсное напряжение с попеременно низким и высоким логическими уровнями, то на выходе элемента DD1.1 также будут импульсы, которые выпрямляются диодами VD1, VD2 и VD3. В этом случае на входах 1 и 8 элементов DD1.2 и DD1.3 соответственно установятся высокие логические уровни и генератор начнет работать. При этом транзистор будет несколько раз в секунду открываться с частотой генерации и зазвучит прерывистый звуковой сигнал.

Устройство работоспособно при подаче на вход импульсов длительностью от 0,3 мкс с частотой следования от нескольких кГц и более. Максимальная частота следования импульсов составляет 2...3 МГц.

Конструктивно пробник выполнен в виде приставки, основой которой является печатная плата из односторонне фольгированного стеклотекстолита (**рис. 2**). На плате закреплены штыри XP4, XP5, которые вставляются в гнезда мультиметра (см. **фото**). Сверху плату желательно закрыть пластмассовой крышкой.



В устройстве допустимо применить следующие детали, кроме указанных на схеме рис. 1: микросхема — К564ЛА7, транзистор VT1 — КТ312, КТ315, КТ3102 с любыми буквенными индексами, диоды VD1 — VD3 — КД521А, КД522 с любыми буквенными индексами, конденсаторы — К10-17а, резисторы — МЛТ, С2-33. Налаживания устройство не требует.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Расчет сетевого трансформатора источника питания

В. ПЕРШИН, г. Ильичевск Одесской обл., Украина

В линейных источниках питания, ставших уже "классическими", основной элемент — сетевой трансформатор, обычно понижающий, который уменьшает сетевое напряжение до требуемого уровня. О том, как правильно его рассчитать (выбрать магнитопровод, рассчитать диаметр обмоточного провода, число витков в обмотках и т. д.), пойдет речь в предлагаемой статье.

Как выбрать магнитопровод

По конструктивному исполнению магнитопроводы для сетевых трансформаторов подразделяют на броневые, стержневые и тороидальные, а по технологии изготовления — на пластинчатые (**рис. 1**) и ленточные (**рис. 2**). На рис. 1 и 2 обозначены магнитопроводы: а) — броневые, б) — стержневые, в) — тороидальные.

В трансформаторах малой (до 300 Вт) и средней мощности (до 1000 Вт) чаще используют ленточные магнитопроводы [1]. А среди ленточных наиболее применимы стержневые магнитопроводы. Они имеют ряд преимуществ по сравнению, например, с броневыми [2]:

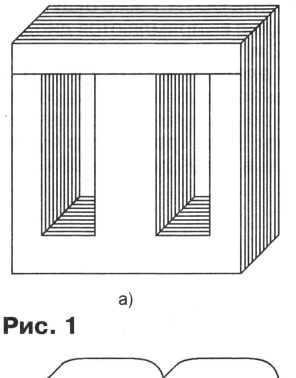
1. Меньшая приблизительно на 25 % масса при одинаковой мощности трансформатора.
2. Меньшая примерно на 30 % индуктивность рассеяния.
3. Выше КПД.
4. Меньшая чувствительность к внешним электромагнитным полям, поскольку ЭДС помех, наведенные в обмотках, которые расположены на разных стержнях, имеют противоположные знаки и взаимно компенсируются.
5. Большая поверхность охлаждения обмоток.

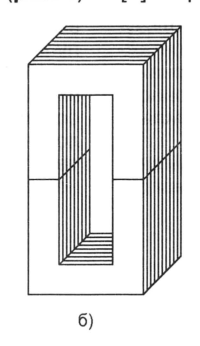
Однако стержневым магнитопроводам присущи и недостатки:

1. Все еще значительная индуктивность рассеяния.
2. Необходимость изготовления двух катушек.
3. Меньшая защищенность катушек от механического воздействия.

В тороидальных трансформаторах практически весь магнитный поток проходит по магнитопроводу, поэтому индуктивность рассеяния у них минимальная, однако сложность изготовления обмоток весьма высока.

На основании вышесказанного выбираем стержневой ленточный магнитопровод [3]. Подобные магнитопроводы изготавливают следующих типов: ПЛ — стержневой ленточный; ПЛВ — стержневой ленточный наименьшей массы; ПЛМ — стержневой ленточный с уменьшенным расходом меди; ПЛР — стержневой ленточный наименьшей стоимости. На **рис. 3** показаны обозначения габаритных размеров магнитопровода: А — ширина; Н — высота; а — толщина стержня; b — ширина ленты; с — ширина окна; h — высота окна; h1 — высота ярма. Стержневым магнитопроводам присвоено сокращенное обозначение, например, ПЛ8×12,5×16, где ПЛ — П-образный ленточный, 8 — толщина стержня, 12,5 — ширина ленты, 16 — высота окна. Размеры магнитопроводов ПЛ и ПЛР приведены в **табл. 1** и **2**.


а)


б)

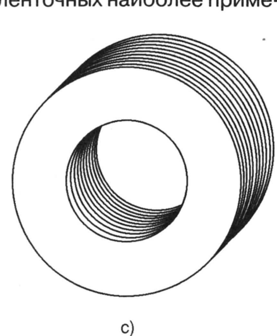
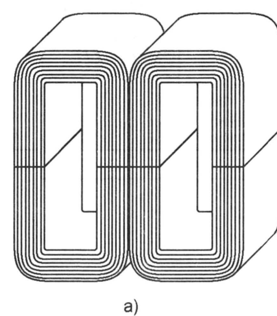
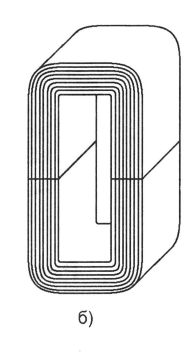

с)

Рис. 1


а)


б)

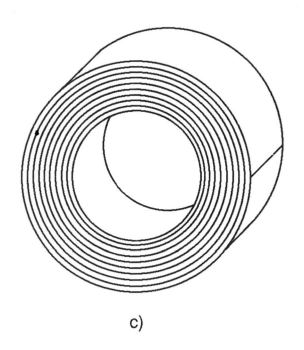
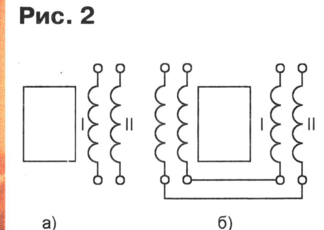
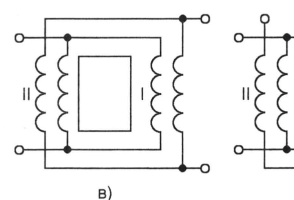

с)

Рис. 2





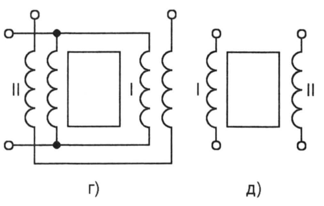


Рис. 4

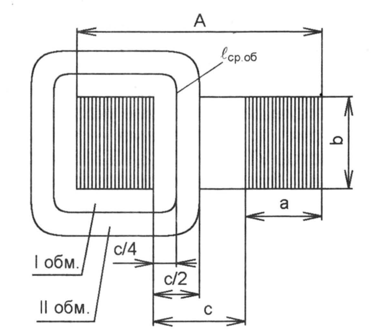


Рис. 5

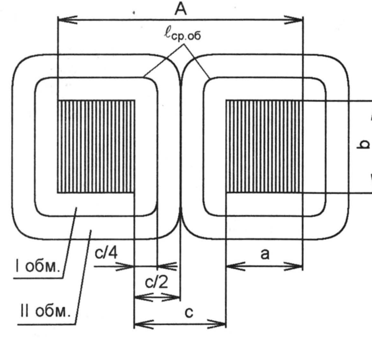


Рис. 6

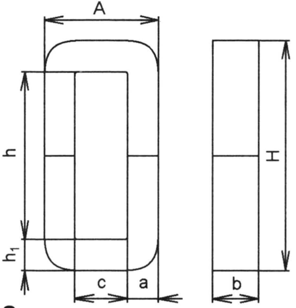


Рис. 3

Варианты размещения катушек на магнитопроводе

Различные варианты расположения катушек на стержнях магнитопровода сравним по одному из основных параметров трансформаторов — индуктивности рассеяния, которую рассчитаем по формуле из [2]

$$L_S = 2\mu_0 \cdot w_1^2 \cdot \ell_{ср.об} \cdot b/(3h),$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м — магнитная постоянная; w_1 — число витков первичной обмотки; $\ell_{ср.об}$ — средняя длина витка обмоток, см; b — толщина обмоток, см; h — высота обмотки, см. Эта формула получена при

Таблица 1

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г	Площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, см^2	Площадь окна магнитопровода $S_{ок}$, см^2	Произведение $S_{ст}\cdot S_{ок}$, см^4	Средняя длина витка $\ell_{ср.м}$, см	Объем магнитопровода $V_{ст}$, см^3
ПЛ6,5×12,5×8	6	12,5	8	21	21	8	6,5	28	0,81	0,64	0,52	5,08	4,13
ПЛ6,5×12,5×10					23	10		30		0,8	0,65	5,48	4,45
ПЛ6,5×12,5×12,5					25,5	12,5		33		1	0,81	5,98	4,86
ПЛ6,5×12,5×16					29	16		37		1,28	1,04	6,68	5,43
ПЛ8×12,5×12,5	8	12,5	10	26	28,5	12,5	8	47	1	1,25	1,25	7,01	7,01
ПЛ8×12,5×16					32	16		51		1,6	1,6	7,71	7,71
ПЛ8×12,5×20					36	20		57		2	2	8,51	8,51
ПЛ8×12,5×25					41	25		63		2,5	2,5	9,51	9,51
ПЛ10×12,5×20	10	12,5	12,5	32,5	40	20	10	81	1,25	2,5	3,13	9,64	12,05
ПЛ10×12,5×25					45	25		89		3,13	3,91	10,64	13,3
ПЛ10×12,5×32					52	32		98		4	5	12,04	15,05
ПЛ10×12,5×40					60	40		114		5	6,25	13,64	17,05
ПЛ12,5×16×25	12,5	16	16	41	50	25	12,5	163	2	4	8	12,13	24,25
ПЛ12,5×16×32					55	32		182		5,12	10,24	13,53	27,05
ПЛ12,5×16×40					65	40		203		6,4	12,8	15,13	30,25
ПЛ12,5×16×50					75	50		230		8	16	17,13	34,25
ПЛ12,5×25×32	12,5	25	20	45	57	32	12,5	292	3,13	6,4	20	14,33	44,77
ПЛ12,5×25×40					65	40		334		8	25	15,93	49,77
ПЛ12,5×25×50					75	50		376		10	31,25	17,93	56,02
ПЛ12,5×25×60					85	60		418		12	37,5	19,93	62,27
ПЛ16×32×40	16	32	25	57	72	40	16	612	5,12	10	51,2	18	92,16
ПЛ16×32×50					82	50		690		12,5	64	20	102,4
ПЛ16×32×65					97	65		795		16,25	83,2	23	117,76
ПЛ16×32×80					112	80		900		20	102,4	26	133,12
ПЛ20×40×50	20	40	32	72	90	50	20	1230	8	16	128	22,68	181,44
ПЛ20×40×60					100	60		1350		19,2	153,6	24,68	197,44
ПЛ20×40×80					120	80		1550		25,6	204,8	28,68	229,44
ПЛ20×40×100					140	100		1770		32	256	32,68	261,44
ПЛ25×50×65	25	50	40	90	115	65	25	2440	12,5	26	325	28,8	360
ПЛ25×50×80					130	80		2700		32	400	31,8	397,5
ПЛ25×50×100					150	100		3040		40	500	35,8	447,5
ПЛ25×50×120					170	120		3380		48	600	39,8	497,5

Таблица 2

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г	Площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, см^2	Площадь окна магнитопровода $S_{ок}$, см^2	Произведение $S_{ст}\cdot S_{ок}$, см^4	Средняя длина витка $\ell_{ср.м}$, см	Объем магнитопровода $V_{ст}$, см^3
ПЛР10×12,5	10	12,5	8	28	54	32	10	94	1,25	2,56	3,2	11,14	13,93
ПЛР10×16		16						120	1,6		4,1		17,82
ПЛР10×20		20						151	2		5,12		22,28
ПЛР10×25		25						188	2,5		6,4		27,85
ПЛР12,5×12,5	12,5	12,5	10	35	65	40	12,5	148	1,56	4	6,25	13,93	21,83
ПЛР12,5×16		16						188	2		8		27,85
ПЛР12,5×20		20						235	2,5		10		34,82
ПЛР12,5×25		25						294	3,13		12,5		43,52
ПЛР12,5×32		32						377	4		16		55,71
ПЛР14×12,5	14	12,5	11,5	39,5	73	45	14	186	1,75	5,18	9,06	15,7	27,47
ПЛР14×16		16						238	2,24		11,59		35,16
ПЛР14×20		20						297	2,8		14,49		43,95
ПЛР14×25		25						372	3,5		18,11		54,94
ПЛР14×32		32						475	4,48		23,18		70,33
ПЛР14×36		36						535	5,04		26,08		79,12
ПЛР16×12,5	16	12,5	16	48	92	60	16	274	2	9,6	19,2	20,23	40,45
ПЛР16×16		16						350	2,56		24,58		51,78
ПЛР16×20		20						438	3,2		30,72		64,73
ПЛР16×25		25						547	4		38,4		80,91
ПЛР16×32		32						700	5,12		49,15		103,56
ПЛР16×40		40						875	6,4		61,44		129,45
ПЛР18×16	18	16	18	54	107	71	18	457	2,88	12,78	36,81	23,46	67,55
ПЛР18×20		20						571	3,6		46,01		84,44
ПЛР18×25		25						713	4,5		57,51		105,54
ПЛР18×32		32						913	5,76		73,61		135,1
ПЛР18×40		40						1142	7,2		92,02		168,88
ПЛР18×45		45						1284	8,1		103,52		189,99
ПЛР21×20	21	20	25	67	127	85	21	812	4,2	21,25	89,25	28,6	120,11
ПЛР21×25		25						1015	5,25		111,56		150,13
ПЛР21×32		32						1232	6,72		142,8		182,17
ПЛР21×36		36						1462	7,56		160,65		216,19
ПЛР21×40		40						1624	8,4		178,5		240,21
ПЛР21×45		45						1827	9,45		200,81		270,24

условии, что обмотки — цилиндрические, не секционированы и расположены концентрически. Схемы соединения обмоток для всех вариантов показаны на **рис. 4**.

Сравнительные расчеты проведем для трансформатора на магнитопроводе ПЛ10×12,5×40, имеющего одну первичную и одну вторичную обмотки. Чтобы все расчетные варианты находились в одинаковых условиях, примем толщину обмоток $b = c/4$ и число витков первичной обмотки $w_1 = 1000$.

Рассмотрим первый вариант, когда первичная и вторичная обмотки расположены на одном стержне (рис. 4, а). Чертеж катушки показан на **рис. 5**. Сначала рассчитаем среднюю длину витка обмоток

$\ell_{ср.об} = 2a+2b+2\pi\cdot c/4 = 6{,}5$ см, а затем индуктивность рассеяния катушки первого варианта

$$L_{S.1} = \mu_0\cdot c\cdot w_1^2\cdot\ell_{ср.об}/(6h) = 4\pi\cdot10^{-9}\cdot10^6\cdot6{,}5\cdot1{,}25/(6\cdot4) = 4{,}25 \text{ мГн}.$$

Во втором варианте первичная и вторичная обмотки разделены на две равные части, которые размещены на двух стержнях (рис. 4, б). Каждая катушка состоит из половины обмотки w_1 и половины w_2. Чертеж катушек показан на **рис. 6**. Вычислим индуктивность рассеяния одной катушки ($w_1 = 500$), а затем результат удвоим, поскольку катушки одинаковы:

$$L_{S.2} = 2\cdot\mu_0\cdot c\cdot w_1^2\cdot\ell_{ср.об}/(6h) = 2\cdot4\pi\cdot10^{-9}\cdot25\cdot10^4\cdot6{,}5\cdot1{,}25/(6\cdot4) = 2{,}13 \text{ мГн}.$$

Две первичные обмотки в третьем варианте расположены в двух катушках на разных стержнях, каждая из которых содержит по 1000 витков. Обе первичные обмотки соединены параллельно. Вторичная обмотка также размещена в двух катушках на разных стержнях, причем возможны два случая: две полуобмотки с полным числом витков, соединенные параллельно (рис. 4, в), или вторичная обмотка разделена на две полуобмотки с вдвое меньшим числом витков, соединенные последовательно (рис. 4, г). Чертеж катушек показан на рис. 6. В этом варианте индуктивность рассеяния такая же, как и во втором варианте: $L_{S.3} = L_{S.2} = 2{,}13$ мГн.

Следует помнить, что во втором и третьем вариантах первичные и вторичные обмотки и полуобмотки должны быть включены согласно, чтобы создаваемые ими магнитные потоки в магнитопроводе имели одинаковое

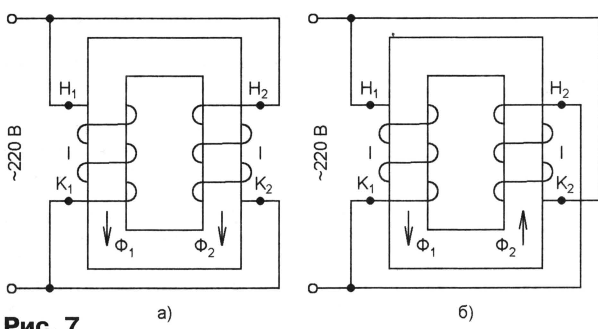


Рис. 7

Рис. 8

направление. Другими словами, магнитные потоки должны суммироваться, а не вычитаться. На **рис. 7**, а показано неправильное подключение, а на рис. 7, б — правильное.

Необходимость соблюдения правил соединения обмоток и полуобмоток — недостаток второго и третьего вариантов. Кроме того, в третьем варианте суммарный магнитный поток от первичной обмотки вдвое больше по сравнению с другими, что может привести к насыщению магнитопровода и, как следствие, к искажению синусоидальной формы напряжения. Поэтому применять третий вариант включения обмоток на практике следует осторожно.

В четвертом варианте первичная обмотка полностью расположена на одном стержне магнитопровода, а вторичная — на другом (рис. 4, д). Чертеж катушек показан на **рис. 8**. Поскольку обмотки расположены не концентрически, для расчета индуктивности рассеяния воспользуемся формулой из [2]:

$L_{S.4} = \mu_0 \cdot w_1^2 \cdot \ell_{об}(2b/3+\sqrt{3R_{вн}^2+2h^2}-R_{вн})/h$,

где b = c/4 — толщина обмоток, см; $R_{вн} = \ell_{об}/(2\pi)$ — внешний радиус обмотки, см; $\ell_{об} = 2a+2b+2\pi b$ — наружная длина витка обмотки, см. Вычислим наружную длину витка и внешний радиус обмотки: $\ell_{об}$ = 6,5 см; $R_{вн}$ = 1,04 см. Подставляя рассчитанные значения в формулу для вычисления индуктивности рассеяния, получим $L_{S.4}$ = 88,2 мГн.

Кроме рассмотренных четырех существует еще много других вариантов расположения обмоток на стержнях магнитопровода, однако во всех остальных случаях индуктивность рассеяния больше, чем во втором и третьем вариантах.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. Индуктивность рассеяния минимальна во втором и третьем вариантах расположения обмоток и находится в таком соотношении: $L_{S.4} >> L_{S.1} > L_{S.2} = L_{S.3}$.

2. У трансформаторов третьего варианта две одинаковые первичные обмотки, поэтому они более тяжелые, трудоемкие и дорогие, чем во втором варианте.

Следовательно, при изготовлении трансформаторов малой мощности следует выбирать схему соединения и расположение обмоток, рассмотренные во втором варианте. Вторичные полуобмотки можно соединять и последовательно, если необходимо получить более высокое напряжение на выходе, и параллельно, если требуется больший выходной ток.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Линде Д. П.** и др. Справочник по радиоэлектронным устройствам. Под ред. А. А. Куликовского. Т. 2. — М.: Энергия, 1978.

2. **Горский А. Н.** и др. Расчет электромагнитных элементов источников вторичного электропитания. — М.: Радио и связь, 1988.

3. **Сидоров И. Н.** и др. Малогабаритные магнитопроводы и сердечники. Справочник. — М.: Радио и связь, 1989.

(Окончание следует)

Редактор — В. Чуднов, графика — В. Чуднов

Пробник на основе миниатюрного реле

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово-1 Смоленской обл.

Наверное, многие в своей радиолюбительской практике сталкивались с ситуацией, когда надо "прозвонить цепь", а батарейки прибора по той или иной причине не работают. На страницах журнала "Радио" уже неоднократно встречались описания различных конструкций пробников без источника питания (например, статья С. Левченко, В. Ведутова "Пробник "без батареи питания". — Радио, 2003, № 4, с. 55). Предлагаемая ниже конструкция несколько отличается от указанной. Вместо катушки от поляризованного реле я использовал катушку от миниатюрного реле типа РЭС-10 (паспорт РС4. 524.316) с сопротивлением обмотки 1600 Ом, а вместо светодиода — стрелочный индикатор типа М4387 (от старого магнитофона) с сопротивлением рамки около 300—400 Ом. Такие изменения позволяют собрать пробник и как отдельный прибор (**рис. 1**), и как приставку к уже имеющемуся "стрелочному" авометру (**рис. 2**), а высокая чувствительность микроамперметра допускает, наряду с постоянным магнитом, использовать намагниченную отвертку (которая оказывается под рукой чаще).

Теперь несколько слов о возможностях и работе пробника. Он позволяет проверять целостность обмоток реле, трансформаторов, электродвигателей, нитей ламп накаливания, предохранителей, p-n переходов мощных транзисторов, рамок электроизмерительных приборов. При легком постукивании намагниченной отверткой по сердечнику катушки реле стрелка индикатора приходит в колебательное движение, что говорит о работоспособности электрической цепи.

Далее о конструкции. Пробник (см. рис. 1) монтируется на плате из фольгированного гетинакса или текстолита (**рис. 3**). С электромагнитного реле аккуратно снимают чехол и убирают контактную группу вместе с якорем, лишние выводы откусывают. Один вывод пробника X2 выполняют гибким проводом с зажимом типа "крокодил", а другой — X1 — в виде иглы, для чего на штырек от сетевой вилки наматывают спираль из мягкой стальной проволоки диаметром 0,8 мм с отводом длиной 20...25 мм.

В случае изготовления пробника как приставки (см. рис. 2), чтобы не нарушить градуировку шкалы головки авометра PA1, к катушке реле K1 присоединяют шунтирующий выключатель SA1. Авометр для работы переводят в режим измерения постоянного тока на самый малый предел — 0,5 мА. Детали пробника монтируют внутри корпуса на любой боковой стенке так, чтобы пятка сердечника реле "выглядывала" наружу.

В заключение о деталях. В принципе, можно использовать любой другой стрелочный индикатор, желательно с током полного отклонения стрелки не более 1 мА. Реле РЭС-10 — любое, с сопротивлением обмотки 1600...4500 Ом, выключатель SA1 — любой подходящий по размеру. Вместо намагниченной отвертки можно использовать намагниченный обломок ножовочного полотна, металлической линейки или просто магнит.

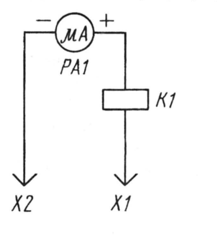


Рис. 1

Рис. 2

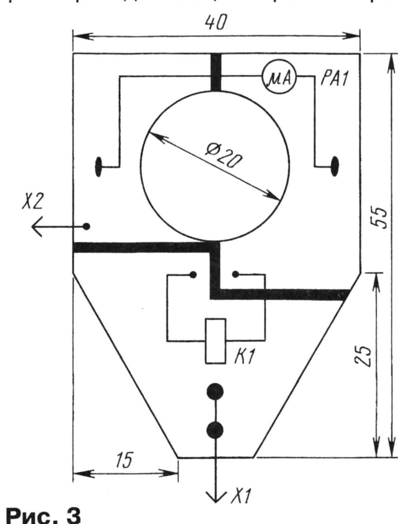


Рис. 3

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Резонансный волномер

А. ЗИБИЦКЕР, г. Ташкент, Узбекистан

При настройке различной радиолюбительской аппаратуры неоценимую помощь может оказать резонансный волномер. Он не только обнаруживает сигнал, излучаемый элементами устройства, но и позволяет определить частоту его. Описание конструкции такого прибора автор и предлагает в данной статье.

Для настройки гетеродинов приемников, а также задающих генераторов, умножителей частоты и выходных каскадов передатчиков можно использовать резонансный волномер, работа которого основана на приеме энергии от контура и определении уровня сигнала на заданной частоте. Приближая контур волномера к исследуемому контуру, контролируют уровень сигнала и настраивают контур в резонанс. По мере увеличения сигнала достаточно увеличить расстояние между волномером и контуром, связь между ними уменьшится. При этом в контур вносятся минимальные потери и минимальная расстройка, поэтому он не потребует дальнейшей подстройки.

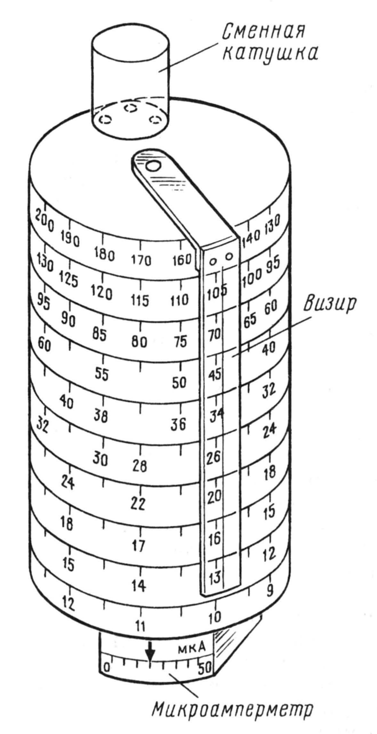


Рис. 1

Предлагаемый волномер имеет цилиндрический корпус. В центре цилиндра расположен конденсатор переменной емкости, ось которого выведена наружу и на ней закреплен визир, перемещающийся по цилиндрической поверхности. Шкалы расположены на боковой поверхности цилиндра параллельно окружности основания. Сменная катушка контура размещается на торце цилиндра, а на другом торце помещен индикатор (**рис. 1**).

В волномере использован прямочастотный конденсатор, у которого статорные пластины занимают сектор 90°, а роторные имеют специальную форму. Это позволило расширить угол поворота визира до 270°. Гнездо для катушки расположено в неиспользуемом секторе 270...360°, ближе к краю торца, и поэтому не мешает вращению визира.

Для повышения точности отсчета частоты необходима узкая полоса и, следовательно, высокая добротность контура, поэтому детектор подключен к выводу от 1/3 части витков катушки контура.

Удобство предлагаемого волномера состоит в том, что его измерительный контур можно приблизить на минимальное расстояние к настраиваемому контуру, так как катушка выступает вперед. Это позволяет выявить слабый сигнал гармоники. Длина шкал для всех диапазонов одинакова, что облегчает отсчет частоты. За счет использования прямочастотного конденсатора шкалы получаются линейными по частоте. В поле зрения попадают одновременно настраиваемый контур, шкала волномера и измерительный микроамперметр. При отсутствии прямочастотного конденсатора можно использовать обычный КПЕ. Шкалы при этом будут нелинейными и короче по длине.

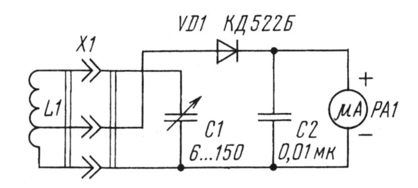


Рис. 2

На **рис. 2** показана схема волномера: L1 — катушка измерительного контура; C1 —прямочастотный конденсатор переменной емкости; PA1 — микроамперметр М4248 с током полного отклонения 50 мкА; VD1 — диод, выполняющий функцию детектора. Чувствительность волномера к слабым сигналам удается повысить, если использовать германиевый высокочастотный диод.

Корпус волномера выполнен из дюралюминиевой трубы диаметром 65...70 мм и высотой 70 мм (**рис. 3**). С торцов в трубу вставляют диски из органического стекла, гетинакса или стеклотекстолита (**рис. 4**), закрепляемые к цилиндру на трех винтах М2 каждый. На одном диске винтами закрепляют переменный конденсатор, ось которого выводят наружу через отверстие в диске. На оси конденсатора под углом 90° гайками закреплена полоса из дюралюминия (**рис. 5**), к которой приклепан визир (**рис. 6**), выполненный из органического стекла толщиной 1...1,5 мм. При вращении ротора конденсатора визир перемещается по боковой цилиндрической поверхности, на которой параллельно располагаются шкалы. К другому торцевому диску клеем БФ-2 приклеен микроамперметр PA1.

Сменные катушки вставляют в гнезда, расположенные на краю верхнего торца цилиндра. Катушки с тремя выводами размещены в пластмассовых

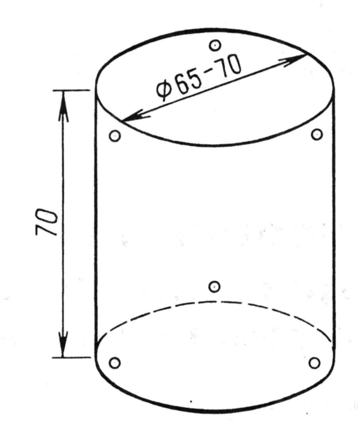


Рис. 3

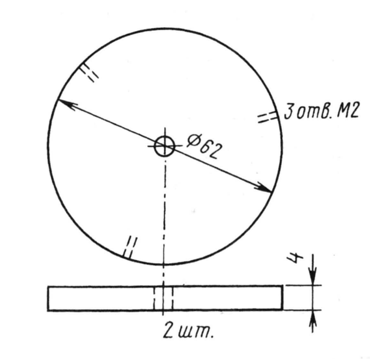


Рис. 4

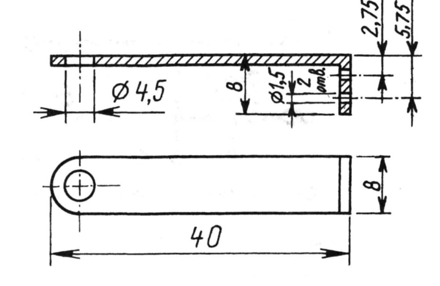


Рис. 5

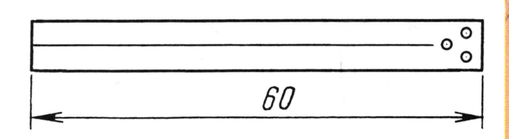


Рис. 6

Катушка	Диапазон, МГц	Число витков	Диаметр провода, мм	Отвод
L1	8...18	22	0,3	7
L2	18...25	15	0,5	4
L3	25...50	10	0,6	3
L4	50...80	6	0,8	2
L5	80...180	1,5	1	0,2

баллонах диаметром 20 мм от старых кварцевых резонаторов. В основании кварцевого баллона сверлят отверстие, куда по резьбе М3 ввинчивают третью ножку. Диаметр каркасов всех катушек — 12 мм. Катушки крепят на основании баллона клеем БФ-2. Конструктивные данные катушек приведены в **таблице**. Витки наматывают с натяжением, а после настройки закрепляют лаком. На баллонах делают кольцевые надписи, указывающие номер диапазона. С помощью пяти катушек перекрывается диапазон частот от 10 до 180 МГц.

После изготовления волномер необходимо калибровать. Для этого контур волномера приближают к выходу генератора, подсоединяют антенну в виде отрезка провода длиной 30...40 см, настраивают генератор на соответствующую частоту и, вращая ротор конденсатора волномера, добиваются максимальных показаний. На шкале волномера, выполненной из плотной бумаги, делают риску и надписывают значение частоты. Таким же образом через необходимые интервалы калибруют все диапазоны волномера. Изменяя число витков катушек, добиваются перекрытия соседних диапазонов на 10...15 %. После калибровки шкалу волномера закрывают лавсановой пленкой.

При работе приближают контур волномера к настраиваемому контуру и, изменяя емкость конденсатора волномера, находят положение, соответствующее максимальным показаниям индикатора. По шкале волномера считывают значение частоты. После подстройки настраиваемого контура до максимальных показаний увеличивают расстояние между волномером и контуром для уменьшения уровня сигнала и вновь подстраивают контур.

Редактор — О. Долгов, графика — Ю. Андреев

Обмен опытом

Сенсорный выключатель подсветки на транзисторах

Е. МУХУТДИНОВ, с. Новый Тихонов Волгоградской обл.

В статье И. Александрова "Сенсорный выключатель подсветки" в "Радио", 2001, № 10, с. 56 было описано устройство для подсветки шкал и функциональных кнопок различной радиоаппаратуры, выполненное на КМОП микросхемах.

Предлагаю аналог подобного устройства на широко распространенных транзисторах (**рис. 1**). Как и в упомянутом устройстве, в качестве сенсора E1 применен отрезок односторонне фольгированного стеклотекстолита размерами 10×10 мм с прорезанной посередине фольгой.

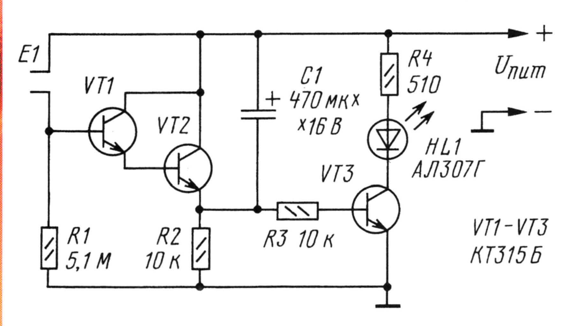


Рис. 1

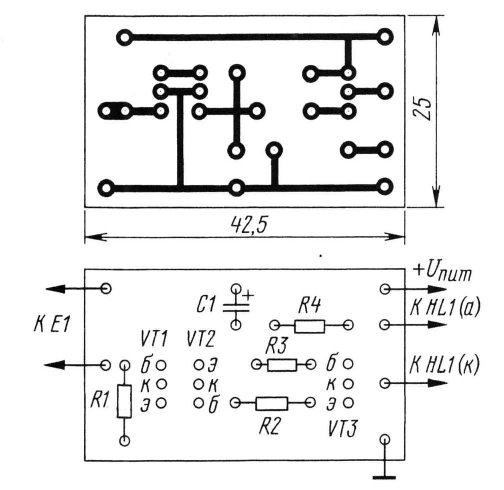


Рис. 2

На транзисторах VT1 и VT2 собран составной транзистор, обладающий большим коэффициентом передачи тока, обеспечивающим необходимую чувствительность устройства. А чтобы устройство не реагировало на наводки, база транзистора зашунтирована резистором R1. Нагрузка транзистора — резистор R2, который совместно с конденсатором C1 образуют времязадающую цепочку.

На транзисторе VT3 выполнен электронный ключ, управляющий включением/выключением светодиода HL1. Резистор R3 ограничивает ток через эмиттерный переход транзистора, а R4 — ток через светодиод (сопротивление резистора указано для напряжения питания 12 В).

Работает устройство так. В исходном состоянии конденсатор заряжен, смещение на базе транзистора VT3 отсутствует, светодиод не горит. Если теперь коснуться пальцем контактов сенсорной пластины, то на базе составного транзистора появится напряжение смещения. Транзистор откроется, что приведет к разрядке конденсатора. Одновременно откроется транзистор VT3, зажжется светодиод. Он будет светиться, пока палец касается сенсорной пластины.

После отпускания пальца составной транзистор закроется, конденсатор начнет заряжаться через резистор R2, а напряжение смещения на базе транзистора — плавно уменьшаться. Через несколько секунд светодиод погаснет.

В устройстве допустимо использовать другие транзисторы указанной серии, например, с буквенным индексом Г, Е. Светодиод может быть любого цвета свечения, но с возможно большей яркостью, скажем, АЛ307БМ (красный), АЛ307ЕМ (желтый). В некоторых пределах яркость светодиода удастся изменить подбором резистора R4. Конденсатор — К50-35 или другой малогабаритный с минимальным током утечки (автор применил зарубежный оксидный конденсатор диаметром 8 и длиной 14 мм). Резисторы — МЛТ-0,125.

Детали устройства, кроме светодиода и сенсорной пластины, монтируют на плате (**рис. 2**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Питают устройство от источника конструкции, в которой оно будет установлено, или от отдельного блока питания с выходным напряжением около 12 В при токе нагрузки до 50 мА. В дежурном режиме устройство потребляет ток, практически определяемый током утечки конденсатора.

Если устройство предполагается использовать в радиоаппаратуре, работающей от сети, вместо сенсорной пластины подойдет винт, ввернутый в переднюю панель и соединенный с базой транзистора VT1 отрезком монтажного провода. В этом случае составной транзистор будет открываться за счет сетевых наводок на тело человека.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

РАДИО о связи

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Ответственный редактор Степанов Б. Г. (RU3AX)
тел. 207-68-89
E-mail: kw–ukw@radio.ru

При содействии Союза радиолюбителей России

Димитровградский радиоклуб

Участников соревнований "Старый Новый год" с каждым годом становится все больше и больше. Конечно, немного меняется их состав, но есть и те, кто из года в год принимают участие в этих популярных соревнованиях. Среди них — коллектив радиостанции RW4LYL. Ее команда не только неизменно принимает участие в этих соревнованиях, но и в течение пяти лет подряд (1999—2003 гг.) занимает в них первое место в подгруппе радиостанций с несколькими операторами.

Коллективная радиостанция RW4LYL была создана в 1979 г. в Спортивно-техническом клубе при Димитровградском управлении строительства, но в 1992 г. этот клуб на время прекратил свою активную деятельность. Возродилась радиостанция в 1997 г. — было куплено помещение, перевезены мачты и антенны, аппаратура. Начальником радиостанции с ее основания неизменно является Константин Разживин (RA4LZ).

Сейчас коллективная радиостанция RW4LYL принадлежит некоммерческому партнерству "Димитровградский радиоклуб", президентом которого стал ее начальник. Деятельность коллектива осуществляется на средства, полученные от членских взносов, но основную часть мероприятий по поддержанию его работы проводит учрежденное Константином Разживиным (RA4LZ), Владимиром Рябовым (RA4LW) и Сергеем Филимоновым (UA4LY) ООО "Диапазон".



Операторы коллективной радиостанции RW4LYL: Федотов Алексей (RU4LM), Казаков Валерий (RZ4LA), Константин Разживин (RA4LZ), Евгений Виткин (RW4LE), Александр Клюкин (RU4HP), Владислав Лакеев (RN4LP), Владимир Рябов (RA4LW), Владимир Елистратов (RA4LBE)

Вот так выглядит часть антенного хозяйства радиостанции RW4LYL

Основное направление деятельности коллектива — спортивная работа. Здесь она поставлена превыше всего. И результатом этого является не только пятилетнее чемпионство в соревнованиях "Старый Новый год" (являющееся, кстати, гордостью коллектива), но и призовые места во многих престижных российских и международных соревнованиях.

Но не одним "высоким спортом" живет коллектив. Занимаются здесь и с начинающими. На сегодняшний день достигнута договоренность с Администрацией города Димитровграда и лично с мэром Сергеем Ивановичем Морозовым о создании в городе радиокружков и новых "коллективок", а также поддержке деятельности радиоклуба в целом. Руководство города заинтересовано в привлечении молодежи к занятиям спортом, техническому обучению и совершенствованию. Именно этому могут в полной мере посодействовать члены радиоклуба и, в особенности, операторы коллективной радиостанции RW4LYL. ■



Новости

Информация СРР

● Подписан договор "О сотрудничестве между Общероссийской общественной организацией "Российская оборонная спортивно-техническая организация "РОСТО" (ДОСААФ) и Общероссийской общественной организацией "Союз радиолюбителей России". В нем определены задачи двух организаций по дальнейшему укреплению взаимодействия в области развития радиолюбительской службы и радиоспорта, их финансирования, пропаганды и популяризации. Договор обращает внимание на важность подготовки радиолюбителей к обеспечению коммуникационных потребностей гражданского общества в условиях чрезвычайных ситуаций, гуманитарных и техногенных катастроф, патриотического воспитания молодежи, подготовки и участия российских спортсменов в международных соревнованиях по радиоспорту. Центральным Советом РОСТО рекомендовано республиканским, краевым и областным Советам РОСТО, Советам РОСТО г. Москвы и г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области осуществлять взаимодействие исключительно с региональными отделениями СРР.

● СРР направил в Министерство связи России два письма. В первом письме говорится о необходимости в установлении единых тарифов по оплате радиолюбителями услуг, предоставляемых ФГУП ГРЧЦ и его филиалами в федеральных округах РФ, предполагающих исключение из разрешений перечня радиолюбительской аппаратуры, либо взимание оплаты как за единый комплект радиоаппаратуры, независимо от ее количества. Вторым письмом СРР ходатайствует об освобождении радиолюбителей — участников ВОВ и радиолюбителей-инвалидов от уплаты регистрационных и ежегодных эксплуатационных сборов.

● Для работы по дипломным программам и производства расчетов по взносам членов СРР в IARU открыт валютный счет.

● На прошедшем в начале февраля заседании Президиума СРР при обсуждении вопроса об основных направлениях работы Союза в 2004 г. принято решение о разработке нового Устава СРР, проведении необходимой организационной работы по рассмотрению и принятию его на общероссийской конференции в 2005 г. Также запланирована разработка проекта новой редакции "Инструкции о порядке регистрации любительских радиостанций" с учетом требований нового закона РФ "О связи" и нормативных документов, подготовленных Минсвязи России на его основе. Также планируется подготовка предложений по внесению изменений и дополнений в соответствующие документы Санэпидемнадзора, Госстроя России и других ведомств.

● В связи с заметным ростом за последние месяцы числа обращений радиолюбителей в аппарат СРР установлены сроки для ответов. Для ответов, требующих сложной подготовки, — это 30 дней, а для остальной корреспонденции — 10 дней. При этом материалы, документы, письма и жалобы от отдельных радиолюбителей или организаций, предусматривающие официальный ответ, должны направляться в письменном виде по адресу: 119311, Россия, г. Москва, аб. ящ. 88.

● Установлено, что первая часть наблюдательского позывного сигнала должна состоять из трех символов. Первая буква — R (принадлежность к России), следующие за ней цифра и буква обозначают, как и у владельцев радиостанций, область (край, республику). Вторая часть позывного содержит членский номер радиолюбителя в СРР.

Соревнования

Радиоэкспедиция "Победа"

Подведены итоги радиоэкспедиции "Победа -58". Обладателями двух ее главных призов, учрежденных редакцией журнала "Радио", стали Борис Ведерников (U6HU), который был лучшим среди коротковолновиков — участников Великой Отечественной войны, и Юрий Силаев (UR4QJH), показавший лучший результат среди владельцев индивидуальных радиостанций. В остальных подгруппах лучшими были Николай Скворцов (U5MZ, участники трудового фронта), RP9W (мемориальные коллективные радиостанции), RK3SWB (коллективные радиостанции), Владимир Анохин (RX3QDF, индивидуальные радиостанции 4-й категории) и Владимир Игнатов (UA3-170-847, наблюдатели).

В мае этого года пройдет мемориал "Победа-59". К участию в нем приглашаются радиолюбители всех стран мира. Он пройдет в три тура: 1-й тур — с 6 UTC 5 мая до 20 UTC 8 мая; 2-й тур — с 20 UTC 8 мая до 20 UTC 9 мая; 3-й тур пройдет во время международных соревнований "CQ-M". Торжественное открытие мемориала состоится с 5 до 6 UTC 5 мая на частоте 7050 кГц. Вахта Памяти пройдет в 8 UTC 8 мая на той же частоте.

Мемориальные радиостанции России будут использовать префикс RP, Украины — EO, Казахстана — UP, Белоруссии — EV, Азербайджана — 4K1V, Молдовы — ER9V.

Группы участников: ветераны ВОВ, труженики тыла (участники мемориала, родившиеся до 31 декабря 1931 г. и не вошедшие в первую группу), коллективные мемориальные радиостанции, индивидуальные мемориальные радиостанции, коллективные радиостанции, индивидуальные радиостанции, индивидуальные радиостанции 4-й категории, наблюдатели.

В зачет принимаются радиосвязи (наблюдения), проведенные на всех КВ диапазонах (кроме WARC) в телеграфном CW или телефонном SSB, а также смешанном CW/SSB режимах. Повторные связи засчитываются в разных турах, а внутри каждого тура — на разных диапазонах. Радиолюбители-наблюдатели фиксируют двусторонние связи, проведенные с участниками первых четырех групп. Повторные наблюдения по любому из двух позывных на одном и том же диапазоне внутри тура не засчитываются.

Отчеты за участие в мемориале надо выслать по адресу: 309261, Россия, Белгородская обл., Шебекинский район, с. Ржевка, ул. Садовая, 26, Кучеренко Н.Н.

Дополнительную информацию о мемориале "Победа" можно получить за "круглыми столами" Оргкомитета радиоэкспедиции "Победа" по средам в 22 MSK на частоте 3630 кГц.

"Звезды КВ эфира"

В этом году соревнования "Звезды КВ эфира" посвящены 80-летию журнала "Радио". Они будут проходить с 5 до 9 UTC 12 июня 2004 года одновременно CW и SSB на диапазонах 10, 15, 20, 40 и 80 метров. Участники — коротковолновики всех стран мира — соревнуются в четырех подгруппах: станции с несколькими операторами (один передатчик), станции с одним оператором и две аналогичные подгруппы для молодых контестменов (1986 год рождения и моложе). Число операторов на станциях с несколькими операторами — от двух до пяти. Только многодиапазонный MIXED зачет.

Все участники передают при первой радиосвязи в качестве контрольного номера почтовый индекс из своего почтового адреса, а в дальнейшем — контрольные номера, принятые от предыдущего корреспондента ("обменные" контрольные номера). Число символов в номере зависит от системы, принятой в стране участника (шесть — для России, пять — для Украины и т. д.). В зачет идут все связи независимо от местонахождения корреспондента. Повторные связи засчитываются на разных диапазонах, а на одном диапазоне — другим видом работы. В последнем случае разрыв по времени между связями должен быть не менее 10 минут. Для всех подгрупп участников при смене диапазонов действует "правило 10 минут".

За каждую радиосвязь начисляется 1 очко. Каждая территория мира по списку диплома DXCC дает одно очко для множителя на каждом диапазоне (для MIXED — независимо от вида работы).

Команды радиостанций с несколькими операторами, показавшие лучшие результаты в своих подгруппах, будут отмечены плакетками журнала "Радио", а операторы индивидуальных радиостанций — медалями. Те, кто войдет в своих подгруппах в первые десятки, будут отмечены юбилейными дипломами журнала "Радио".Отчеты надо выслать не позднее чем через две недели после окончания соревнований в редакцию журнала "Радио".

Дипломы

WARD-2004. Диплом выдают за связи, проведенные 18 апреля 2004 года. Этот день отмечается ежегодно Международным радиолюбительским союзом как Всемирный день радиолюбительства. В этом году его девиз "Радиолюбители — пионеры в движении к всемирному взаимопониманию". Чтобы получить диплом, надо установить либо 10 связей на КВ диапазонах, либо 5 связей на УКВ диапазонах. Все связи должны быть проведены 18 апреля (с 0 до 24 UTC). Вид работы — любой. Выписку из аппаратного журнала надо направить до 31 мая с. г. по адресу: Redakcja MK QTC, ul. Wielmozy 5b, 82-337 Suchacz-Zamek, Poland. Оплата диплома — 10 IRC, 5 USD или 5 Euro. Адрес для справок: qtc@post.pl . На аналогичных условиях диплом выдают и наблюдателям. Сайт: **http://qtc.radio.org.pl/ward2004** .

В подборке "НЛД" использована информация СРР и RUSAX.

На книжной полке

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА "РАДИО"!

Два года назад ("Радио", 2002, № 5, с. 61) мы объявляли о выходе в свет книги И. Гончаренко (DL2KQ — EU1TT) "Компьютерное моделирование антенн (все о программе MMANA)" — М.: ИП РадиоСофт, Журнал "Радио", 2002. Книга пользовалась большим и заслуженным успехом, весь тираж ее моментально разошелся и она стала библиографической редкостью, что говорит об огромном интересе радиолюбителей к вопросам компьютерного моделирования антенн.



За время, прошедшее после выхода книги, Игорь Гончаренко не прекращал работы по совершенствованию русскоязычной версии программы и над практическими расчетами различных вариантов антенн для радиолюбителей-коротковолновиков.

Теперь вышла новая книга автора: **Гончаренко И. В. Антенны КВ и УКВ. Часть 1. Компьютерное моделирование. MMANA. — М.: ИП РадиоСофт, Журнал "Радио", 2004**. Она является первой частью расширенного и переработанного издания "Антенны КВ и УКВ". Вторую часть предполагается посвятить практике использования компьютерного моделирования на примерах самых разнообразных антенн.

Новая книга построена как интерактивный справочник, позволяющий задавать практически любые вопросы по антенной тематике и с помощью компьютера и программы MMANA получать на них исчерпывающие и весьма точные ответы. Саму программу и библиотеку к ней с многочисленными файлами уже готовых и оптимизированных антенн можно найти на сайте журнала "Радио" **www.radio.ru** и на сайте автора этой книги **www.qsl.net/dl2kq**.

Книга предназначена как для профессионалов — специалистов, занимающихся конструированием антенн диапазонов КВ и УКВ, так и для радиолюбителей-коротковолновиков, опытных и впервые изучающих антенны и технику их компьютерного моделирования.



Ведущий рубрики:
Олег Бородин (RV3GM)

Новости RU-QRP клуба

- Российский RU-QRP клуб официально зарегистрирован во Всемирной QRP Федерации (World QRP Federation — WQF). Президент WQF Angus Taylor (G8PG) поздравил клуб с этим и выразил уверенность, что члены RU-QRP и далее будут популяризировать работу в эфире на малой мощности.
- Сергей Кузьмин (RV3APM, #036) регулярно проводит эксперименты с цифровыми видами связи при выходной мощности 2,5 Вт. Для этого он использует трансивер Yaesu FT-817. Связи с Европой на PSK31 с таким уровнем мощности — обычное явление. Из наиболее интересных связей можно отметить QSO на диапазоне 20 метров с JW0HZ и RX0AT.
- Dean Manley (KH6B, #018) работал в соревнованиях CQ WW 160 CW Contest с территории местного парка Laupahoehoe. При выходной мощности 5 Вт Dean провел более 200 QSO. Использовались трансивер Elecraft K2 и антенна Inverted-L, противовесом служила металлическая крыша паркового павильона.
- Сергей Гагарин (RZ3GX, #026) приступил к изготовлению очередного QRP трансивера. Его предыдущий микротрансивер "Синица" имел размеры всего 100×100×35 мм, но при этом работал SSB и CW на всех КВ диапазонах, имел цифровую шкалу и выходную мощность 2 Вт. Как говорит Сергей, его новый микротрансивер (несколько больших размеров) будет иметь синтезатор частоты вместо ГПД, использованного в "Синице".

Международные QRP-новости

- Mike Caughran (KL7R) — координатор QRP-Conference в системе EchoLink — предложил проводить "круглый стол" QRP-истов всего мира в EchoLink ежедневно в 04.00 UTC. Однако большинство участников этого форума полагают, что "круглые столы" радиолюбителям следует проводить в реальном эфире, а не в компьютерной сети. Тем более, что International QRP Net по субботам в 10.00 и 22.00 UTC на частоте 14060 кГц никто не отменял.
- QRP-ARCI (Amateur Radio Club International) сообщил, что в Дейтоне (США) с 13-го по 16 мая состоится международная QRP-конференция. В работе конференции принимают участие QRP-исты всего мира.
- G-QRP Club сообщает, что вышла очередная книга известного QRP-иста George Dobbs (G3RJV) "Minimalist Radio". В этой книге описывается ряд простейших QRP-конструкций, каждую из которых можно собрать за один вечер.

Обзор QRP-аппаратуры

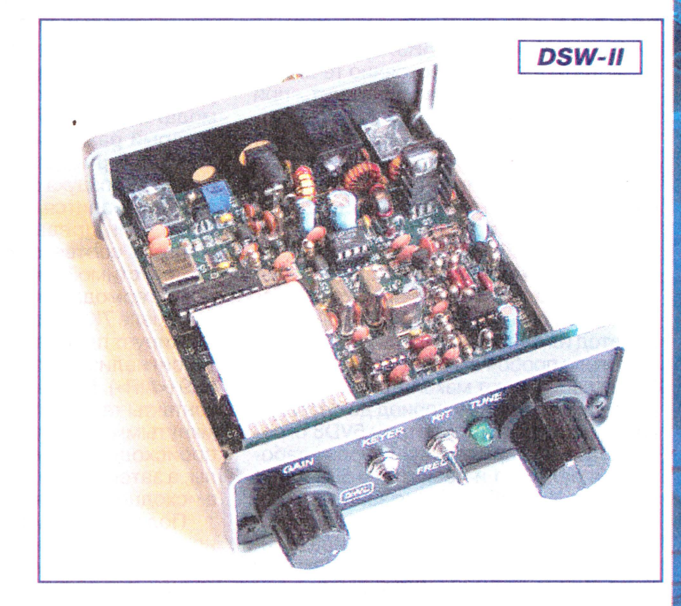
Приводим краткую информацию об аппаратуре, подходящей для работы QRP. Напомним, что к такой аппаратуре относятся радиостанции с выходной мощностью не более 5 Вт CW или 10 Вт PEP SSB.

Среди QRP-трансиверов, выпускаемых за рубежом, большую популярность приобрел *Yaesu FT-817*. Высокие параметры приемного тракта, наличие цифрового синтезатора частоты в сочетании с его малыми габаритами привлекают многих любителей выйти в эфир из полевых условий или на QRP. Трансивер может работать всеми видами излучения на всех КВ диапазонах, а также на диапазонах 144 и 430 МГц. Однако его малюсенькие кнопочки управления даже породили шутку в радиолюбительской среде, что с FT-817 можно работать только с пинцетом и увеличительным стеклом. Впрочем, наличие на радиостанции компьютера с соответствующим программным обеспечением для управления трансивером полностью устраняет это неудобство.

Лидером среди QRP-трансиверов во всем мире уже давно считается *Elecraft K2*. Не будет преувеличением сказать, что процентов 40 всех QRP-истов мира предпочитают его всем другим моделям QRP-трансиверов. Аппарат выпускается в виде набора. В базовом варианте он представляет собой телеграфный трансивер на диапазоны 10—80 метров. В дальнейшем он может быть укомплектован различными дополнительными блоками: SSB-модулем, платой диапазона160 метров, DSP-фильтром, блоком сопряжения с компьютером и т.д. Трансивер имеет цифровой синтезатор частоты со множеством сервисных функций, встроенный телеграфный ключ с памятью, кварцевый фильтр с регулируемой полосой пропускания. Выходная мощность регулируется от 500 мВт до 10 Вт. Подробные инструкции по сборке и настройке трансивера позволяют собрать его даже радиолюбителям с небольшим опытом самостоятельного конструирования всего за 2—3 недели.

IC-703 хорошо себя зарекомендовал у любителей малогабаритной QRP-аппаратуры. IC-703 имеет встроенный антенный тюнер и плату DSP. Отличает его от FT-817 несколько большие размеры, что делает дисплей удобно читаемым. Трансивер имеет хорошую чувствительность.

DSW-II — набор телеграфного мини-трансивера на один из диапазонов 40 или 20 метров. Имеет DDS-синтезатор на PIC-контроллере AD9835. Полоса пропускания кварцевого фильтра 500 Гц. Динамический диапазон не хуже 60 дБ. Имеется встроенный электронный телеграфный ключ. Ток, потребляемый в режиме приема — 50 мА. Этот набор производит хорошо известная среди QRP-истов американская фирма Small Wonder Labs. ■



DSW-II



Yaesu FT-817



Elecraft K2


IC-703

Современный усилитель мощности КВ диапазона

Виталий Кляровский (RA1WT), г. Великие Луки

На плате А5 собран источник экранного напряжения. Он включает в себя выпрямитель (5VD1—5VD4, 5C1), стабилизатор (5VT1, 5VD5—5VD8) и релейную схему защиты второй сетки от превышения тока. К источнику экранного напряжения также относятся резисторы R9, R10 и диоды VD8—VD13. При аварийном отключении в режиме передачи анодного напряжения значительно возрастает ток второй сетки и превышается допустимая рассеиваемая на ней мощность. При токе второй сетки 100 мА включается реле 5K1 и своими контактами 5K1.1 включает реле блокировки 5K2, которое, в свою очередь, контактами 5K2.2 отключает реле 5K3 и 5K4. Контакты 5K3.1 отключают экранное напряжение, реле 5K4 блокирует режим TX, одновременно блокирующие контакты 5K2.1 подают напряжение на реле 5K2, удерживая его включенным. О срабатывании защиты сигнализирует красный светодиод HL5 ("GRID2"). В исходное состояние схема защиты возвращается нажатием кнопки SB4. Ток срабатывания защиты устанавливается резистором 5R3. Так как через резисторы R9 и 5R3 постоянно течет ток 40 мА, то для срабатывания защиты при токе сетки 100 мА реле 5K1 должно включаться при токе 140 мА. Резистор 5R4 служит для измерения тока экранной сетки. Подстроечным резистором 5R6 устанавливается полное отклонение стрелки прибора PA1 при токе 150 мА.

Кроме релейной защиты, источник А5 имеет четыре предохранительных элемента, которые обеспечивают его сохранность при замыкании второй сетки на катод или анод, вследствие неисправности или пробоя лампы. Резисторы 5R1, R10 ограничивают максимальный ток короткого замыкания в период до срабатывания защиты. Стабилитрон 5VD8 ограничивает ток, проходящий через слаботочное реле 5K1 и резисторы 5R3 и 5R4 в период до срабатывания защиты. Диоды VD8—VD13 обеспечивают защиту источника при возникновении динатронного эффекта и при замыкании сетки на анод. Также резистор R9 обеспечивает нейтрализацию динатронного эффекта.

Схема токовой защиты анода расположена на плате А6. При токе 1,8 А включается подключенное параллельно резистору R11 управляющее реле 6K1. Работа блокирующего реле 6K2 и отключающего реле K6 происходит, как и в предыдущей схеме. Одновременно с отключением анодного напряжения контакты 6K2.2 отключают и экранное напряжение. О срабатывании защиты свидетельствует свечение красного светодиода HL6 ("ANOD"). В исходное состояние автомат защиты переводится нажатием кнопки SB3. Стабилитрон VD3 предохраняет реле 6K1 и резистор R11 от тока короткого замыкания на время до срабатывания защиты. Резистор R11 также служит для измерения тока катода. Подстроечным резистором 6R1 устанавливают полное отклонение стрелки прибора PA1 при токе 2А.

Реле включения экранного (K6) и анодного (5K3) напряжений, кроме функций защиты, используются также при работе таймера разогрева и для ручного отключения этих напряжений выключателем SA8 при регулировочных работах.

На плате А7 собрана схема защиты лампы VL1 от перегрева, который возможен при остановке вентилятора и при повышенном тепловыделении на аноде.

Обрыв в цепи электродвигателя вызывает отключение реле 7K1. Его контакты 7K1.1 замыкаются и включают реле 7K2, которое своими контактами 7K2.1 блокирует передачу. О срабатывании защиты сигнализирует красный светодиод HL9 ("AIR"). После устранения обрыва схема защиты переходит в исходное состояние. При коротком замыкании в цепи электродвигателя перегорает плавкий предохранитель FU2 и схема защиты срабатывает, как при обрыве.

Для защиты лампы от перегрева при расстройке П-контура применяется термодатчик SA9 (контактный термометр), который размещен в воздуховоде над лампой. Термодатчик контролирует температуру воздуха за анодом, так как анод лампы находится под высоким напряжением. При превышении температуры воздуха, соответствующей максимально допустимой температуре анода, контакты термодатчика замыкаются и включают реле 7K2, которое контактами 7K2.1 блокирует передачу. О включении защиты сигнализирует красный светодиод HL9 («AIR»). После срабатывания защиты контакты термодатчика SA9 остаются замкнутыми еще некоторое время, пока происходит отвод тепла от анода лампы, а затем схема защиты возвращается в исходное состояние.

Подача на лампу анодного и экранного напряжений производится включением тумблера SA8 через таймер разогрева, который конструктивно объединен с таймером охлаждения на плате А8.

При эксплуатации усилителя с таймером разогрева тумблер SA8 постоянно включен. Он может быть использован для отключения высокого напряжения при регулировочных и ремонтных работах. Кроме того, при снятии экранного напряжения одновременно блокируется режим TX, что позволяет оперативно отключать усилитель при местных QSO, одновременно держа его, как говорится, «под парами».

При появлении напряжения +28 В контакты 8K3.1 размыкаются и конденсатор 8C3 начинает заряжаться. Напряжение на истоке транзистора 8VT3 повышается, и через 4 мин откроется транзистор 8VT4, включая реле 8K4. Через контакты 8K4.1 напряжение +28 В поступит на выключатель SA8 и на разъем XS4, через который осуществляется дистанционное включение внешнего анодного источника питания. Время разогрева лампы задается величинами 8R7 и 8C3. Резистор 8R6 определяет задержку подачи анодного и экранного напряжений при повторном включении усилителя.

Одновременно напряжение +28 В через диод 8VD3 подается на таймер охлаждения, который управляет работой вентилятора. Замкнутые контакты 8K1.1 подают напряжение на затвор транзистора 8VT1. После быстрого заряда конденсатора 8C2 напряжение на истоке 8VT1 открывает транзистор 8VT2 и срабатывает реле 8K2, которое контактами 8K2.1 и 8K2.2 подключает к сети электродвигатель вентилятора M1 и трансформатор 8T1 блока питания таймера охлаждения. Электродвигатель M1 питается пониженным напряжением через конденсатор C25. Во время работы усилителя питание таймера охлаждения происходит от цепи +28 В, а диоды 8VD2 и 8VD3 обеспечивают развязку между двумя источниками с разным напряжением. После выключения усилителя контакты 8K1 размыкаются и конденсатор 8C2 начинает разряжаться через сопротивление 8R3. Теперь питание таймера происходит от источника +20 В на элементах 8T1, 8VD1, 8C1, а диод 8VD3 не пропускает это напряжение к цепям реле и автоматики. Через 5 мин после начала разряда конденсатора 8C2 напряжение на истоке 8VT1 становится недостаточным для удержания 8VT2 открытым, реле 8K2 отключается и его контакты размыкают цепь 220 В, питающие вентилятор и таймер охлаждения. Время работы таймера охлаждения зависит от величин 8R2 и 8C2. Подстроечными резисторами 8R4 и 8R10 устанавливают закрытое состояние транзисторов 8VT2 и 8VT4 при разряженных конденсаторах 8C2 и 8C3.

Чтобы защитить полевые транзисторы 8VT1 и 8VT3 от ВЧ наводок, их выво-

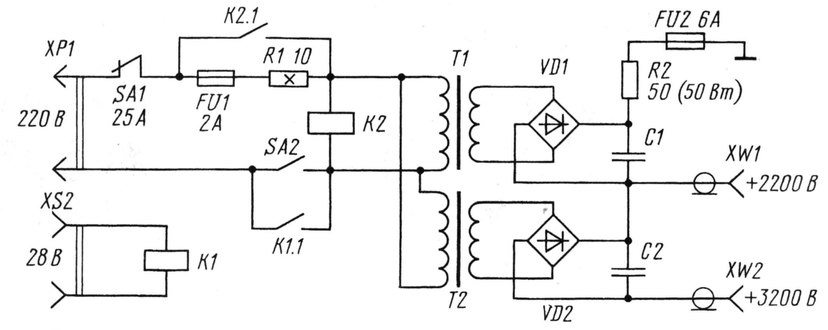


Рис. 2

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2004, № 3, с. 61

ды должны быть соединены с общим проводом через конденсаторы 0,047 мкФ. Для упрощения схемы на рис. 1 они не показаны.

Схема внешнего анодного блока питания приведена на **рис. 2**. При разомкнутом выключателе SA2 дистанционное управление блоком питания обеспечивает реле K1. Напряжение +28 В, поступающее на гнезда XS2 от усилителя мощности, включает это реле, и через его контакты K1.1 напряжение сети поступит на трансформаторы T1 и T2. При отсутствии управляющего напряжения +28 В включение можно сделать выключателем SA2.

Источник высокого напряжения имеет шесть элементов защиты от короткого замыкания. Три из них расположены в высоковольтной цепи и три — в цепи 220 В.

От превышения тока в анодной цепи защищает релейный автомат, размещенный в корпусе усилителя (плата A6 на рис. 1). При отказе релейной защиты или если короткое замыкание произошло в цепях, расположенных до нее, срабатывает плавкий предохранитель FU2. Резистор R2 понижает ток короткого замыкания в период до срабатывания защиты.

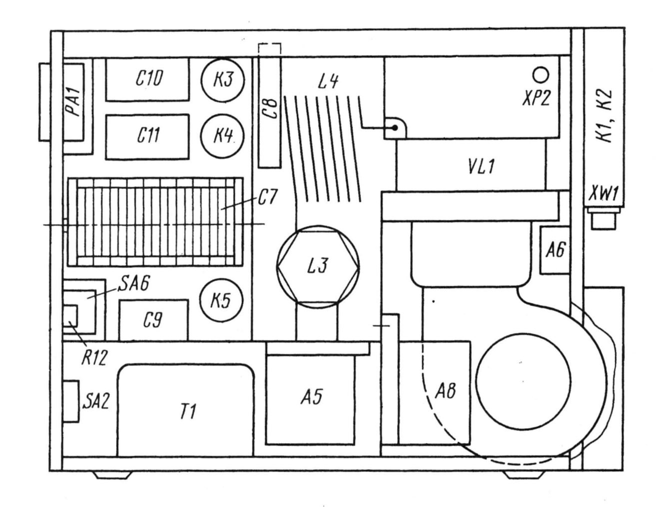
В цепи питания 220 В включен автоматический выключатель SA1, который защищает от превышения тока в первичных обмотках трансформаторов. Резистор ступенчатого включения R1 ограничивает пусковой ток. Он защищает диоды в момент включения при коротком замыкании в высоковольтной цепи и при зарядке конденсаторов. Задержка включения происходит за счет времени срабатывания реле K2. Плавкий предохранитель FU2 защищает резистор R1 от теплового разрушения при коротком замыкании высокого напряжения в момент включения, когда конденсаторы еще не заряжены.

Различные элементы защиты в цепи низкого и высокого напряжения необходимы, так как режим короткого замыкания в момент включения и в процессе работы происходит по-разному.

При заряженных конденсаторах фильтра в режиме короткого замыкания выпрямитель можно рассматривать как два источника напряжения, работающих на одну нагрузку. Один из них с малым внутренним сопротивлением — конденсаторы, а другой — с большим внутренним сопротивлением — выпрямитель. Поэтому, при заряженных конденсаторах в режиме короткого замыкания подавляющую часть тока в нагрузке обеспечивают конденсаторы, а не диоды. Срабатывание реле K6 (см. рис. 1) или предохранителя FU2 (рис. 2) происходит за счет энергии, накопленной в конденсаторах. Ток через выпрямительные диоды и в цепи 220 В до срабатывания защиты просто не успевает возрасти. Поэтому элементы защиты в цепи 220 В в этом случае не работают.

При коротком замыкании в момент включения из-за незаряженных конденсаторов вся нагрузка приходится на выпрямитель. Это вызывает резкое возрастание тока в цепи 220 В и большое падение напряжения на резисторе R1. Поэтому реле K2 не сможет включиться и закоротить R1 и FU1. В этом случае плавкий предохранитель FU1 защищает резистор R1 и выпрямительные диоды от тока короткого замыкания.

На рис. 2 диодные мосты VD1, VD2 и сглаживающие конденсаторы C1, C2 изображены упрощенно. В каждом плече выпрямительных мостов VD1 и VD2 включено соответственно по четыре и по два диода КД202Р. Каждый диод зашунтирован резистором МЛТ-0,5 470 кОм. Каждый из конденсаторов C1 и C2 составлен из десяти оксидных конденсаторов емкостью 220 мкФ×400 В, зашунтированных резисторами МЛТ-2 100 кОм.



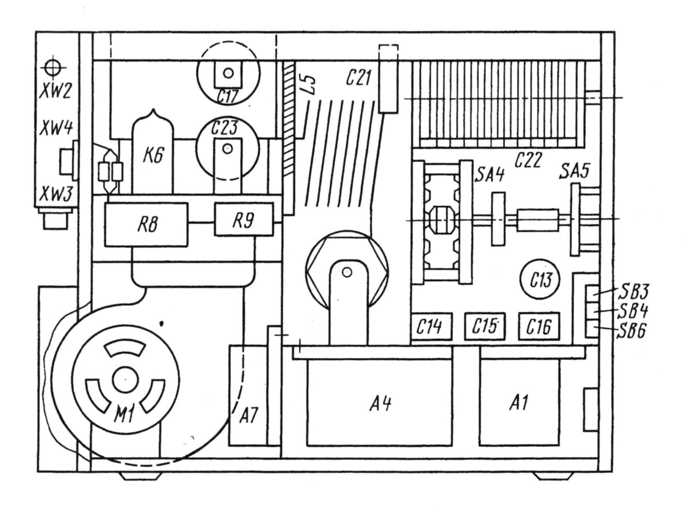


Рис. 3

Таблица 1

Обозначение по схеме	Индуктивность, мкГн	Число витков	Провод	Каркас	Примечание
L1, L2	0,3	6	ПЭВ-2 1	Оправка ∅ 8 мм	Намотка виток к витку
L3	4,5	7,5	Шина медная 15×8 мм	Внутренний ∅=68 мм	Намотка с шагом 5 мм. Отводы от 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4,5; 5,5 витков, считая от «горячего» конца
L4	7,5	17	Медный 3 мм	Фарфоровый, ∅=50 мм	Отвод от 5-го витка, считая от L3
L5	25	60	ПЭВ-2 0,7	Прямоугольный фторопластовый 140×30×8 мм	Намотка виток к витку, 10 крайних витков с «горячего» конца с шагом 1 мм
2L3		10	ПЭЛШО 0,2	М50ВЧ К16×10×6	Равномерно по окружности
2L4			1,5		Провод проходит через отверстие в магнитопроводе

Таблица 2

№ обмотки	Число витков	Провод ПЭВ-2, мм	Напряжение на обмотке без нагрузки, В
I	740	0,56	220
II	280	0,20	76
III	78	0,7	22
IV	1020	0,20	300
V	96	1,0	28,5

Намоточные данные основных катушек индуктивности усилителя приведены в **табл. 1**. Дроссель 1L1 — стандартный Д-0,1 50 мкГн. Дроссели 2L1, 2L2 — Д-0,1 500 мкГн.

Силовой трансформатор усилителя мощности Т1 намотан на тороидальном магнитопроводе типоразмера 92×60×60 мм из электротехнической стали марки Э3413. Его намоточные данные приведены в **табл. 2**.

Трансформатор 8Т1 мощностью 2 Вт имеет напряжение на вторичной обмотке 18 В.

Трансформаторы Т1 и Т2 во внешнем анодном блоке питания имеют переменное напряжение на вторичной обмотке 1600 и 750 В соответственно. Габариты внешнего анодного блока питания — 255×380×245 мм, вес — 22 кг.

В усилителе применены постоянные резисторы — МЛТ, подстроечные — СП4-1. Резистор R10 составлен из десяти двухваттных резисторов марки С3-13 по 510 Ом, включенных параллельно. Резистор R9 составлен из десяти резисторов МЛТ-2 по 100 кОм. Резистор R11 составлен из трех резисторов МЛТ-1 по 4,3 Ом.

Конденсаторы С9 и С10 составлены соответственно из двух и из семи конденсаторов К15-У1 47 пФ на 13 кВАР. Конденсатор С11 — К15-У1 на 40 кВАР. Конденсаторы С13—С16 — К15-У2 или КВИ-3. Конденсаторы С8, С21 составлены из двух конденсаторов КВИ-3 4700 пФ×5 кВ. С17 и С23 — КВИ-3 3300 пФ×10 кВ. Воздушный зазор между пластинами статора и ротора у С7 — 3 мм, у конденсатора С22 — 1,3 мм. Все оксидные конденсаторы фирмы SAMSUNG, остальные — КСО, КД, КТП.

Реле К1 и К2 — П1Д. Реле К3—К6 — вакуумные замыкатели В1В. Параллельно обмоткам реле К1—К6 включены блокировочные конденсаторы емкостью 0,047 мкФ (на рис. 3 не показаны). Реле 1К1, 4К2, 5К2, 6К2 — РЭС60 (исполнение РС4.569.435-00). Реле 3К1, 5К3, 8К2 — РЭС9 (РС4.529.029-00). Реле 4К3 — РЭС91 (РС4.500.560). Реле 4К1, 5К4, 7К2, 8К1, 8К3, 8К4 — РЭС49 (РС4.569.421-00). Реле 5К1 и 6К1— РЭС49 (РС4.569.421-03). Реле 7К1 — РЭС-55А (РС4.569.600-02).

Во внешнем анодном блоке питания реле переменного тока К2 — РП-21 на 220 В, реле К1 — ТКЕ53ПД на напряжение 27 В.

Прибор РА1 — М4205 с током полного отклонения 100 мкА. Его шкала для отсчета КСВ, токов и напряжений лампы выполнена на компьютере, покрыта пластиком и наклеена на основную металлическую шкалу.

Внешний вид усилителя показан на фото. Его внутренняя компоновка — на **рис. 3**. Корпус состоит из передней и задней панелей, которые снизу соединены днищем, а сверху по бокам — уголками. В задней части корпуса Г-образная перегородка отделяет входной отсек. В нем находятся входные цепи, схема получения напряжения ALC, резисторы R9, R10, диоды VD8—VD13 и вентустановка. Также в отсеке находятся печатные платы А6—А8.

В усилителе использована приточная система охлаждения лампы с центробежным вентилятором. Корпус вентилятора пристыкован к ламповой панели. Электродвигатель вентилятора присоединен к днищу корпуса с помощью Г-образного кронштейна и виброизоляторов. Крыльчатка вентилятора закреплена на валу электродвигателя КД-6-4-У4 (n = 1400 об/мин). Диаметр крыльчатки — 92, ширина — 30 мм. Использование центробежного вентилятора и электродвигателя с подшипниками из пористой бронзы, работающего на пониженном напряжении, позволило максимально уменьшить уровень шума и сделать его меньше, чем в системном блоке компьютера. Система охлаждения обеспечивает



Внешний вид усилителя

работу усилителя на передачу при мощности 950 Вт, рассеиваемой на аноде ГУ-78Б, неограниченное время. Это позволяет при неполной выходной мощности работать даже в режиме А. В режимах AB_1 и B_1 (при работе в CONTEST) вентустановка обеспечивает двукратный запас по подаче воздуха.

Над входным отсеком сбоку от лампы находятся реле К6 и элементы цепи анодного питания. Над ламповой панелью расположен воздуховод для удаления тепла за пределы корпуса. В нем размещен термодатчик тепловой защиты лампы.

Передняя часть корпуса разделена горизонтальной перегородкой на два отсека. Сверху находятся П-контур и переключатель диапазонов. Их детали закреплены на продольной вертикальной перегородке, которая связывает переднюю панель с горизонтальной перегородкой и усиливает жесткость корпуса. Под горизонтальной перегородкой расположены трансформатор Т1 и печатные платы А1, А3—А5.

На передней панели закреплена фальшпанель с надписями. На задней панели находятся все разъемы, регуляторы ALC R2, R4 и предохранители FU1, FU2. В верхней ее части расположены плата КСВ-метра и антенные реле К1 и К2. Такое размещение позволяет в случае необходимости легко модернизировать антенный переключатель и устанавливать любые, имеющиеся в распоряжении реле, не затрагивая основную конструкцию. Реле и КСВ-метр закрыты общим кожухом.

В верхней плоскости кожуха, напротив ламповой панели, вырезано отверстие диаметром 126 мм для выхода тепла. Оно закрыто металлической сеткой с ячейками 5×5 мм и позволяет измерять температуру лампы с помощью термопары при закрытом кожухе. По бокам кожуха, напротив вентустановки, вырезаны два воздухозаборных отверстия размерами 100×130 мм. Они закрыты металлической сеткой с ячейками 3×3 мм.

Для обдувных ламп конструкция вертикального корпуса с приточной системой охлаждения от центробежного вентилятора является оптимальной. Это, образно выражаясь, «материнская плата» линейного усилителя, которая при модернизации остается неизменной.

Большая часть схемы усилителя собрана на печатных платах, каждая из которых является законченным функциональным узлом. Все печатные платы, кроме А3, закреплены на вращающихся кронштейнах, которые обеспечивают удобный доступ при регулировке, диагностировании и ремонте.

По мере появления и распространения новых электронных компонентов такая конструкция позволит поэтапно модернизировать усилитель. Например, сделать бесконтактную саморазблокирующуюся защиту по току, автоматический цифровой КСВ-метр, цифровую схему защиты от высоких КСВ, цифровые таймеры и др.

В усилителе без существенных переделок может быть использована лампа ГУ-84Б. Внутренние источники питания и вентустановка рассчитаны под обе лампы. Эквивалентное сопротивление этих ламп отличается незначительно, поэтому для перехода на ГУ-84Б необходимо подобрать напряжение смещения, а также заменить кольцо анодного крепления лампы и внешний анодный блок питания. Для работы ГУ-84Б в номинальном режиме рекомендуется увеличить экранное напряжение с 330 до 375 В, сняв перемычку со стабилитрона 5VD7.

Автор выражает благодарность И. Логинову (UA1XN), А. Матруничу (EU1AU) и В. Романову (RZ3BA) за помощь при изготовлении усилителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кляровский В. А.** Системы воздушного охлаждения генераторных ламп. — Радио, 2003, № 11, с. 65—67; № 12, с. 58—60.

2. **Кляровский В. А.** Усилитель мощности КВ. — Радио, 2001, № 8, с. 64, 65; № 9, с. 62, 63.

3. **Кляровский В. А.** Переключатель диапазонов для усилителя мощности. — Радиомир КВ и УКВ, 2002, № 2.

Редактор — С. Некрасов,
графика — Ю. Андреев, фото — автора

К расчету КПД антенн при компьютерном моделировании

А.Гречихин, И.Каретникова, Д.Проскуряков, г. Нижний Новгород

В статье приводится сравнительная характеристика некоторых подходов к оценке коэффициента полезного действия (КПД) антенн и антенных систем по результатам электромагнитного компьютерного моделирования с учетом потерь. Показаны возможности расчета КПД антенны с помощью программы MMANA и приведено описание программы для расчета КПД по результатам моделирования.

Введение

Компьютерное моделирование предоставляет полезные возможности оценки КПД действующих антенн и предсказания КПД разрабатываемых антенн. Если в процессе излучения участвуют предметы ближнего окружения антенны (опоры, оттяжки, крыша), то можно оценить влияние и этих предметов, иными словами, КПД всей антенной системы. Оценка КПД представляет особый интерес для электрически малых антенн (ЭМА) ввиду трудностей получения высокой эффективности при малых волновых (т. е. выраженных в долях длины волны) размерах.

Самое общее определение КПД — это отношение мощности излучения P_Σ к мощности возбуждения P_E в режиме передачи:

$$\eta = P_\Sigma / P_E \text{ (причем } P_E = P_\Sigma + P_L). \quad (1)$$

где P_L — мощность потерь в материалах проводников и диэлектриков антенны. Из принципа взаимности следует, что в режиме приема КПД антенны такой же, как в режиме передачи.

Другое определение КПД (по цепному эквиваленту) — это отношение сопротивления излучения R_Σ, приведенного к месту подключения антенны, к активной части входного импеданса (полного сопротивления) R_A, представляющей собой сумму R_Σ и эквивалентного сопротивления потерь R_L:

$$\eta = R_\Sigma / R_A \text{ (причем } R_A = R_\Sigma + R_L). \quad (2)$$

Способы расчета КПД при моделировании

1. Использование данных о мощности возбуждения и мощности потерь

Мощность возбуждения (подводимая к антенне мощность) P_E легко вычисляется по результатам моделирования:

$$P_E = I_E^2 R_A, \quad (3)$$

где I_E — действующее (эффективное) значение тока возбуждения.

Если, зная токи I_n и активные составляющие R_n импедансов всех отдельных сегментов антенны, вычислить мощность потерь

$$P_L = \sum_n I_n^2 R_n, \quad (4)$$

то можно получить мощность излучения как разность между мощностью возбуждения и мощностью потерь:

$$P_\Sigma = P_E - P_L. \quad (5)$$

Расчет КПД производится по формуле (1).

Способ малопригоден для оценки низких КПД (единицы процентов и меньше), особенно когда велики погрешности определения мощности потерь и мощности возбуждения. Часто получаются отрицательные значения P_Σ и, следовательно, КПД (например, в программе *NEC2d*).

2. Аналитический расчет сопротивления излучения или его определение анализом модели идеальной антенны без учета потерь

Для несложных антенн сопротивление излучения можно рассчитать по известным формулам или получить в результате моделирования идеальной антенны. Это лучше, чем иметь его как разность очень близких чисел, полученных с большими погрешностями.

Расчет КПД производится по формуле (2). Следует иметь в виду, что в некоторых случаях распределение тока и, следовательно, приведенное сопротивление излучения сильно зависят от потерь, и формула (2) при определении R_Σ моделированием идеальной структуры может дать КПД с большой погрешностью (например, получится КПД больше единицы). Так получается, например, при моделировании диполя длиной в одну длину волны.

3. Сравнение максимальных значений усиления реальной антенны и аналогичной по структуре антенны без потерь

Максимальное усиление G_{max} антенны, как известно, связано с максимальным коэффициентом направленного действия (КНД) D_{max} через КПД:

$$G_{max} = \eta D_{max}. \quad (6)$$

Отсюда непосредственно получают КПД, если есть уверенность в том, что форма диаграммы направленности (ДН) без учета потерь подобна форме ДН реальной антенны.

Значение D_{max} получаем в результате моделирования идеальной антенны, имеющей единичный КПД ($\eta = 1$).

При определении КПД из соотношения (6) G_{max} и D_{max} должны быть выражены в относительных единицах, а не в децибелах. Для перехода от децибелов к отношениям рассматриваемых величин используются формулы

$$G_{max} = 10^{0,1G_{max}\,(Дб)};\ D_{max} = 10^{0,1D_{max}\,(Дб)}. \quad (7)$$

Можно также найти величину КПД по результатам анализа в децибелах непосредственно:

$$\eta = 1/10^{0,1(D_{max}\,(Дб) - G_{max}\,(Дб))}. \quad (8)$$

Если в составе антенной системы есть провода существенно разных диаметров или из разных материалов, то диаграммы направленности антенн с потерями и без потерь могут заметно различаться по форме, и этот способ тоже приводит к ошибкам.

4. Использование данных о подводимой мощности и определение мощности излучения методом вектора Пойнтинга

Наилучший и наиболее универсальный метод расчета мощности излучения любой антенны — метод вектора Пойнтинга [1].

Рассмотрим режим работы антенны в свободном пространстве (**рис. 1**).

Вектор Пойнтинга **P**, как известно, есть векторное произведение векторов электрической **E** и магнитной **H** составляющих электромагнитного поля:

$$\mathbf{P} = [\mathbf{E} \times \mathbf{H}]. \quad (9)$$

Его направление в каждой точке M дальней зоны совпадает с направлением излучения радиоволн, а его величина $P_1 = E^2(\theta, \varphi, R)/Z_0$ представляет плотность потока энергии излучения (Вт/м^2) на данном расстоянии (R) в данном направлении (θ, φ). Здесь $Z_0 = 120\,\pi$ (Ом) — волновое сопротивление свободного пространства; $E(\theta, \varphi, R)$ — напряженность (В/м) электрической компоненты поля в данной точке.

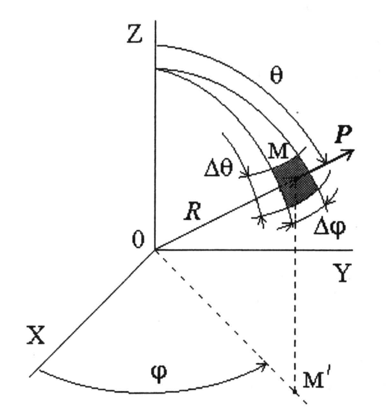


Рис. 1

Выделим на сфере радиусом R в окрестности точки M площадку, ограниченную малыми приращениями $\Delta\theta$ и $\Delta\varphi$ (рис. 1). Ее площадь определяется из выражения

$$\Delta s = R^2 \Delta\theta \Delta\varphi \sin\theta. \quad (10)$$

Мощность излучения через эту площадку

$$\Delta P = P_1 \Delta s = E^2(\theta, \varphi, R) R^2 \Delta\theta \Delta\varphi \sin\theta / Z_0. \quad (11)$$

Разбив всю сферу на достаточно большое количество малых площадок и просуммировав мощности излучения через все площадки, можно получить величину, очень близкую к мощности излучения антенны через всю сферическую поверхность:

$$P_\Sigma = (R^2/Z_0) \times \sum_{m=1}^{M} \sum_{n=1}^{N} E^2(\theta_n, \varphi_m, R) \Delta\theta_n \Delta\varphi_m \sin\theta_n. \quad (12)$$

Здесь M — количество шагов по координате φ; N — количество шагов по координате θ. Если взять одинаковые шаги Δ в градусах по θ и φ, то получим $M = 360/\Delta$ и $N = 180/\Delta$. Для свободного пространства не имеет значения величина радиуса R этой поверхности.

Рассчитав подводимую к антенне мощность по формуле (3), получаем КПД из (1). Недостаток способа — в реальных условиях результат зависит от потерь в среде распространения. При

Таблица 1

Варианты ввода исходных данных для таблицы "Углы/усиление"

Среда, земля	Шаги (град.)	Углы	Начало (град.)	Шаг (град.)	Количество шагов
Свободное пространство	2	Азимут	0	2	180
		Зенит	1	2	90
Свободное пространство	10	Азимут	0	10	36
		Зенит	5	10	18
Идеальная земля	2	Азимут	0	2	180
		Зенит	1	2	45
Идеальная земля	10	Азимут	0	10	36
		Зенит	5	10	9

Таблица 2

Результаты расчетов КПД некоторых антенн разными способами

№ п/п	Антенна (файл [.maa]) из архива MMANA	Среда*, земля h, м	Частота, МГц	Материал**	Значения КПД при расчетах разными способами			
					R_{A0}/R_A	G_A/G_{A0}	Прогр. шаг10°	Прогр. шаг 2°
1	Петлевой вибратор (fd20)	FS	14,05	no loss	—	—	0,9985	0,9977
				Cu w	0,9927	0,9908	0,9911	0,9903
				Fe w	0,8268	0,8260	0,8248	0,8242
2	Дельта с гамма-согл. (Deltag) без сосредот. нагрузок	FS	14,05	no loss	—	—	0,9974	0,9978
				Cu w	0,9921	0,9818	0,9792	0,9797
				Fe w	0,8493	0,6427	0,6412	0,6414
3	3-элем. Яги (3el20)	PG	14,0	no loss	—	—	0,9972	0,9982
	Акт. вибр. R = 5 мм, пассивн. вибр. 0,5 мм	20 м		Cu w	1,0094	0,9419	0,9366	0,9374
				Fe w	0,7670	0,3112	0,4630	0,4634
4	5-элем Яги (144-5Yagi)	PG 20 м	144,5	no loss	—	—	0,6882	0,9979
				Al p	0,9915	0,9772	0,6726	0,9746
				Fe p	0,8652	0,6095	0,4313	0,6117

*) FS — свободное пространство; PG — идеальная земля.
**) no loss — без потерь; w — сплошной провод; p — трубка.

моделировании это можно обойти, используя условия свободного пространства или идеальной земли. Заметим, что для идеальной земли надо рассматривать не всю сферу, а только верхнюю полусферу, и N = 90/Δ.

Особенности расчета КПД по результатам программы MMANA

Расчет по пп. 2 и 3 возможен с указанными выше оговорками непосредственно по результатам анализа антенны с потерями и антенны без потерь. Единственное условие: режим свободного пространства или идеальной земли.

MMANA не позволяет выводить для анализа импедансы отдельных сегментов. Это делает недоступным первый путь (п. 1), имеющий серьезные недостатки.

Не выводятся также значения напряженности поля в дальней зоне, которые можно было бы использовать для расчета мощности излучения методом вектора Пойнтинга. В таблицах результатов приводятся значения усиления в децибелах $G_A(\theta, \varphi)$ (дБи) в данном направлении для данной антенны относительно идеального изотропного излучателя при той же подводимой мощности. Однако этого все же достаточно для определения КПД. И даже по более простому алгоритму, чем в соответствии с (12), (3), (1):

$$\eta = \sum_{m=1}^{M} \sum_{n=1}^{N} G_A(\theta_n, \varphi_m) \sin\theta_n. \quad (13)$$

Здесь и далее значения $G_A(\theta, \varphi)$ должны быть в относительных единицах:

$$G_A(\theta, \varphi) = 10^{0,1 G_A(\theta, \varphi)\ (\text{дБи})}. \quad (14)$$

В соответствии с алгоритмом (13) составлена программа вычисления КПД антенны.

Программа вычисления КПД антенны

Программа для расчета КПД антенны по результатам анализа в программе MMANA написана на языке Turbo Basic и доступна на сайте журнала "Радио". Файл *kpdmm.exe* размещают в любой директории и запускают в системе MS DOS или MS Windows без какой-либо специальной инсталляции.

Программа использует файл вида *name.csv*, который создается программой MMANA по выбору "Таблица углы/усиление" в меню "Файл". КПД можно рассчитывать после анализа в режиме свободного пространства или в режиме идеальной земли. Шаги по азимутальному и зенитному углам устанавливают одинаковыми. В программе предусмотрены только два возможных значения шага: 2° или 10°. Для оценочных расчетов рекомендуется шаг 10°, а для точных — 2°. (Дальнейшее уменьшение шага в случае программы MMANA к существенному улучшению точности не приводит, но требует большого объема памяти и значительно замедляет процесс вычислений.) В **таблице 1** приведены обязательные значения начальных углов, шага и количества шагов по углам для всех четырех возможных ситуаций.

Сразу после запуска программа предлагает выбрать рабочий язык диалога: русский (кодировка DOS 866) или английский. После этого надо указать, в каком режиме выполнялся анализ антенны в MMANA (свободное пространство или идеальная земля). *Неправильное указание режима вместе с неправильным вводом данных в таблицу может быть не обнаружено программой и привести к значительной ошибке вычисления КПД.* Затем вводят имя файла, содержащего таблицу "Углы/усиление". Имя файла должно содержать не более восьми символов без кириллицы. Если файл находится не в рабочей директории, следует указать путь к нему. Программа обнаруживает ошибочно указанные файлы, а также ошибки ввода исходных данных (несоответствие данных таблице 1) и выдает соответствующие замечания. Если файл или путь к нему не найден, выводится сообщение. При успешном вводе после обработки файла выводится результат расчета КПД в относительных единицах и в процентах.

Сравнение и оценка способов расчета КПД после моделирования программой MMANA

В **таблице 2** приведены результаты расчетов КПД рассмотренными выше способами для некоторых моделей антенн из архива MMANA, выполненных из материала без потерь, из хорошего проводника и из железа.

Модель 1 имела устойчивые к потерям формы распределения тока и диаграмм направленности. Поэтому результаты расчетов КПД всеми способами практически совпадают.

Для модели 2 имеем заметную разницу только для железа по первому способу. Причина — существенное изменение токов в проводе, где включен источник возбуждения.

Третья модель в отличие от исходной имела в 10 раз меньшую толщину пассивных вибраторов. Это сильно сказалось как на распределении тока, так и на диаграмме направленности, особенно в случае с железом. Поэтому есть значительные отклонения результатов по первым двум способам от третьего.

Диаграмма направленности 4-й модели под влиянием идеальной земли оказалась сильно изрезанной, поэтому появилась разница даже между результатами по программе, полученными с разными шагами по углам.

Наибольшего доверия заслуживают результаты, полученные по программе с шагом 2°. Из других способов меньшую погрешность обеспечивает 2-й способ (по усилению).

AGT — тест сходимости моделирования

Если воспользоваться предложенной программой для расчета КПД антенны без потерь, то результат будет тем ближе к единице, чем удачнее выполнено геометрическое моделирование структуры из проводов. Это относится, в частности, к сегментации, моделированию близко расположенных проводов, малых рамок и расположенных под острым углом соединений проводов. Такая проверка известна как AGT (*Average Gain Test*) или APG (*Average Power Gain*) — тест сходимости анализа по усредненному коэффициенту усиления. Качество моделирования следует считать неудовлетворительным, если результат выходит за пределы 0,95...1,05. Чем лучше качество моделирования, тем ближе к единице результат. Однако могут быть ситуации, когда результат теста — ровно единица, а модель неудачна. AGT — проверка необходимая, но недостаточная. Хорошим признаком сходимости и устойчивости модели является слабая зависи-

мость параметров модели от увеличения количества сегментов (улучшения точности моделирования).

Если имеющийся в программе AGT-тест применить к модели антенны с потерями, то результатом будет КПД антенны. Такая возможность, в частности, имеется в программе *NEC2d*, где выполняется также отдельно расчет КПД по методике (5) со всеми ее минусами.

Расчет КПД с учетом влияния земли и окружения

Расчет КПД антенны над идеальной землей полезен в тех случаях, когда антенная система находится настолько близко от поверхности земли или от другой, в частности проводящей поверхности, что эта поверхность оказывает существенное влияние на распределение токов по проводам и диаграмму направленности.

В режиме "Идеальная земля" программа может обрабатывать файлы, полученные и в условиях реальной земли. Результатом обработки будет значение КПД, рассчитанное с учетом потерь не только в самой антенне, но и при отражении от неидеальной поверхности. Поэтому в сообщении "Идеальная (?) земля" стоит знак вопроса, предупреждающий о возможной ошибке, которую программа обнаружить не может. Расчет КПД над реальной землей даст более или менее верные результаты только для программ, учитывающих влияние земли на входной импеданс (этого не делают программы MININEC и ее производные).

Расчет КПД с учетом окружения возможен только при условии соответствующего (с учетом свойств материала) электромагнитного моделирования предметов, находящихся в ближнем поле антенны. Трудности могут возникнуть при невозможности задать для разных проводов разные параметры материала (как, например, в программе MMANA). Частично эта проблема может быть решена заданием значительно меньшего (или большего) диаметра провода.

Заключение

Рассмотренные в статье вопросы не затрагивают потерь в фидерных линиях и устройствах согласования. КПД антенно-фидерного устройства в целом есть произведение КПД антенны и КПД фидерной линии с устройством согласования.

Применение описанной методики не ограничивается указанными программами. Погрешности определения КПД по методу вектора Пойнтинга связаны с качеством моделирования, а также с округлением данных в файле для дальнего поля. К сожалению, выходные данные после моделирования программой MMANA имеют невысокую точность. Есть надежда, что в новых версиях программы MMANA этот недостаток будет устранен, а разработчики новых программ моделирования антенн не забудут включить определение КПД в число решаемых задач с учетом высказанных здесь пожеланий.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Марков Г.Т., Сазонов Д.М.** Антенны. — М.: Энергия, 1975.

2. **Гончаренко И.В.** Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA. — М.: ИП РадиоСофт, Журнал "Радио", 2002.

Редактор — В. Поляков, графика — автора

Добротность и КПД рамочной антенны

Владимир Поляков (RA3AAE), г. Москва

Малогабаритные рамочные антенны многие годы вызывают интерес радиолюбителей. В последнее время появились выпускаемые промышленностью антенны, дистанционно настраиваемые с помощью КПЕ с моторным приводом.

Общеизвестно, что добротность Q малой (по сравнению с длиной волны λ) рамки высока, и поэтому полоса пропускания $2\Delta f = f_0/Q$ составляет не более нескольких процентов от ее резонансной частоты f_0. Об эффективности же (КПД) рамок ходят либо легенды, либо совсем недостоверные данные.

В радиолюбительских условиях несложно изготовить рамочную антенну, настроить ее на нужную частоту f_0 и согласовать с фидером. Легко определить и полосу пропускания $2\Delta f$, хотя бы по возрастанию модуля входного сопротивления в 1,4 раза при расстройке на Δf. КСВ в фидере при этом изменяется от единицы на частоте f_0 до примерно 2,6 на частотах $f_0 \pm \Delta f$. Оказывается, этих данных вполне достаточно, чтобы оценить эффективность построенной рамочной антенны, размеры которой, разумеется, тоже известны.

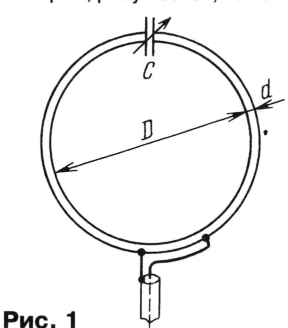


Рис. 1

Рис. 2

Давайте вместе с автором выведем несколько простых формул, которые позволят оценить КПД. Если же кто-то не любит математики, он может просто посмотреть окончание статьи с выводами и результатами. Надеюсь, они не покажутся ему сложными (hi).

Итак, речь пойдет о "круглой" рамке с периметром $p = \pi D$, заметно меньшим $\lambda/2$ (**рис. 1**). Индуктивность рамки компенсируется емкостью конденсатора настройки C, таким образом, антенна настраивается в резонанс, и ее сопротивление становится чисто активным и равным $R_\Sigma + R_П$, где R_Σ — сопротивление излучения; $R_П$ — сопротивление потерь. При этом в рамке устанавливается кольцевой ток максимальной амплитуды с практически равномерным распределением по периметру. Согласование с кабелем делается по-разному: петлей связи, ферритовым трансформатором или гамма шлейфом, как на рис. 1.

Приведем сначала известные из теории антенн формулы, полезные при расчете рамочной антенны. Ее сопротивление излучения $R_\Sigma = 20\pi^2 p^4/\lambda^4$, как видим, достаточно мало и быстро падает с уменьшением периметра. Сопротивление потерь тоже стараются сделать малым, поскольку $КПД = R_\Sigma/(R_\Sigma + R_П)$.

Добротность рамки, как и обычного колебательного контура, равна отношению индуктивного сопротивления на резонансной частоте $X = 2\pi f_0 L$ к активному: $Q = X/2(R_\Sigma + R_П)$. Двойка в знаменателе введена для учета трансформированного к рамке выходного сопротивления передатчика или входного сопротивления приемника, равных (по условиям согласования) активному сопротивлению антенны. У антенны без потерь ($R_П = 0$, КПД = 100 %) добротность — конечная величина, поскольку остаются полезные потери на излучение: $Q_0 = X/2R_\Sigma$. Легко также показать, что $КПД = Q/Q_0$.

Для расчета индуктивности рамки в литературе предложено довольно много формул, незначительно отличающихся числовыми коэффициентами (абсолютно точной формулы не существует, так как трудно учесть малые эффекты: отличие формы от круга, конечный диаметр провода, распределение тока по его поверхности, скин-эффект и т. д.). Автор предпочитает пользоваться наиболее простой и довольно точной формулой: $L = \mu_0 R \cdot \ln(R/r)$, где $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ Гн/м — магнитная константа; $R = D/2$ и $r = d/2$ — радиусы соответственно рамки и провода. Все размерности здесь — в системе единиц СИ. Видим, что индуктивность прямо пропорциональна диаметру рамки D, помноженному на коэффициент формы $\beta = \ln(D/d)$. Его значения приведены на графике (**рис. 2**).

Вычислим индуктивное сопротивление $X = 2\pi f_0 L = \pi f_0 \mu_0 D\beta$ и перейдем от частоты к длине волны, учитывая, что $f_0 = c/\lambda$, $c = 1/\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$ (скорость света) и $\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0} = 120\pi$ (волновое сопротивление свободного пространства):

$$X = 120\pi^2 D\beta/\lambda = 120\pi p\beta/\lambda.$$

Осталось найти добротность: $Q_0 = X/R_\Sigma = 120\pi p\beta/\lambda 40\pi^2 p^4/\lambda^4 = 3\beta\lambda^3/\pi p^3$.

Как и для других малых антенн (см. предыдущие статьи автора на эту тему), добротность оказалась обратно пропорциональной кубу линейных размеров или объему ближнего поля антенны. Упростим формулу: поскольку $\pi \approx 3$ с ошибкой не более 5 %, то запишем окончательно:

$$Q_0 = \beta(\lambda/p)^3.$$

Такой должна быть добротность рамочной антенны с КПД = 100 %. Если измеренное значение Q меньше (а больше оно теоретически быть не может), то

$$КПД = Q/Q_0.$$

Теперь радиолюбители смогут, рассчитав по известному периметру рамки ее необходимую добротность Q_0 и измерив реальную добротность Q, определить КПД своей антенны.

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев

Радиоприемник "Contest-RX"

Владимир РУБЦОВ (UN7BV), г. Астана, Казахстан

Приемник выполнен в корпусе размерами 290×178×133 мм из дюралюминия толщиной 1,5 мм. Шасси изготовлено из дюралюминия толщиной 4 мм. Вид шасси с двух сторон приведен в [8]. Глубина шасси снизу — 53 мм.

Отсеки ГПД, а также конденсатора С76 выполнены из дюралюминиевых пластин толщиной 5 и 1,5 мм. Детали ГПД смонтированы на стойках, изготовленных из вышедших из строя керамических предохранителей (остатки токопроводящих жил следует из предохранителей удалить). Стойки вставлены в углубления, просверленные (не насквозь) в шасси, и закреплены клеем "Момент". Такой монтаж способствует повышению стабильности частоты. Снизу отсек ГПД прикрыт крышкой из дюралюминия толщиной 1,5 мм. Аналогичной крышкой прикрыт сверху и конденсатор С76.

В шасси пропилены фигурные отверстия под установку печатных плат, а также выполнены резьбовые отверстия М3 для их крепления. Конденсаторы С124 и С126 проходят сквозь круглые отверстия в шасси. Микросхема DA1 оснащена небольшим теплоотводом. Во входных цепях приемника возможно использование двухзвенных фильтров. Для этого предусмотрена возможность сдвига конденсатора С4 вперед до подстроечных конденсаторов С55—С65. На освобожденном месте выпиливается отверстие для установки платы с фильтрами.

Цифровая шкала крепится тремя винтами к резьбовым втулкам. Вид на переднюю панель приемника показан в [8]. Она изготовлена из дюралюминия толщиной 2 мм и окрашена нитрокраской черного цвета. На краску наклеены бумажки прямоугольной формы с поясняющими надписями. Сверху передняя панель прикрыта фальшпанелью из прозрачного, бесцветного органического стекла толщиной 2 мм, выполняющего функцию остекления цифровой шкалы и, одновременно, защиты надписей от повреждений. На фальшпанель наложена декоративная накладка из белого полистирола толщиной 2 мм. В белую накладку вклеены вставки из цветной пластмассы синего и красного цветов для обрамления цифровой шкалы и S-метра. Внутри цифровой шкалы установлен светофильтр зеленого цвета из оргстекла (2 мм). Громкоговоритель прикрыт декоративной решеткой красного цвета.

Основная часть радиодеталей установлена на четырех печатных платах. Печатные платы изготовлены из двустороннего стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Медная фольга со стороны радиодеталей удалена не полностью. По краям плат, а также под экранными перегородками оставлены дорожки шириной 3 мм, к которым и припаиваются экраны (латунь толщиной 0,5 мм). Коробчатые экраны кварцевого фильтра и опорного кварцевого генератора съемные. Топология печатных плат приведена в [8].

В приемнике применены широко распространенные радиодетали. Резисторы типов МЛТ-0,125, МЛТ-0,5, МЛТ-1. Переменные резисторы — СП3-9а. Транзисторы КП350Б можно заменить на КП306, КТ339Б — на 2Т3124А-2, КТ342 — на КТ306, КТ660Б — на КТ603Б, КТ608Б, КТ646Б, КТ606Б — на КТ904А, КТ312Б — на КТ306, КТ342, МП25Б — на КТ501М. Громкоговоритель — динамическая головка типа 1ГД50. Лампа накаливания HL1 применена на напряжение 28 В (САМ-28). Ее можно заменить на несколько светодиодов желтого цвета, включенных последовательно с резисторами 300—500 Ом и размещенными по периметру прибора РА1. В этом случае несколько уменьшится освещенность S-метра, но зато облегчится тепловой режим ГПД, что положительно скажется на стабильности его частоты.

Реле К1—К5 — РЭС49 паспорт РС4.569.423 или РС4.569.421-00. В приемнике применены конденсаторы типов КТ-1, КД-1, КМ, КЛС, К50-6. Конденсатор С80 — группы П33, а С81 — М47. Для перестройки приемника по частоте и настройки его входного контура использованы так называемые дифференциальные КПЕ ("бабочка") паспорт ЯД4.652.007 от радиостанции Р-821 (822). Для увеличения максимальной емкости их статоры соединены друг с другом, а роторы — с общим проводом.

Измерительная головка РА1 — микроамперметр М476/3 с током полного отклонения стрелки 100 мкА (от магнитофона "Романтик-3"). Переключатели SA2, SA3, SA4, SA5, "Вкл. Стабилизации" и "Вкл. Расстройки" применены типа ВК33-Б15.

В кварцевом фильтре и кварцевом генераторе применены кварцевые резонаторы из набора "Кварцевые резонаторы для радиолюбителей" № 1 (паспорт ИГ2.940.006 ПС), изготовляемого Омским приборостроительным заводом им. Козицкого.

Сетевой трансформатор Т6 типа ТН 34-127/220-50. Его можно заменить любым накальным трансформатором мощностью более 30 Вт и имеющим 2—3 накальные обмотки на напряжение 6,3 В и ток более 0,9 А. Если применяются все три обмотки, то желательно использовать пятивольтовые отводы. Намоточные данные контуров указаны в **табл. 2**. Конструкция катушки L1 показана на **рис. 2**.

Налаживание приемника начинают с проверки работоспособности блока питания и установки напряжения +12 В резистором R79. После этого проверяют все каскады на отсутствие короткого замыкания по питающим цепям и затем подают на них питание.

Далее приступают к настройке гетеродинов. Настройка опорного кварцевого гетеродина (VT13) заключается во вращении сердечника катушки L12 до получения устойчивой генерации и максимальной амплитуды на выходе. Подстройкой сердечника катушки L14 частоту генерации устанавливают за нижним скатом характеристики кварцевого фильтра. При отсутствии генерации следует проверить на исправность детали генератора. Кстати, это желательно делать с каждой деталью (а с новыми, особенно) перед ее установкой на печатную плату. Контролируют генерацию на выходе высокоомным ВЧ вольтметром или, что еще лучше, осциллографом, а также частотомером.

Настройку генератора плавного диапазона (VT8) начинают с укладки диапазона 18 МГц вращением ротора подстроечного конденсатора С60. Переключатель SA1 показан в положении 14 МГц. После укладки производят термокомпенсацию путем замены конденсаторов С80, С81 равными по емкости, но с другими температурными коэффициента-

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2004, № 2, с. 62—64

Таблица 2

Обозначение по схеме	Число витков	Провод	Диаметр каркаса, мм	Магнитопровод, подстроечники, каркас	Примечание
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
L1	135	См. рис. 2	8	Керамика, длина 60 мм	См. рис. 2
L2				Дроссель	ДМ 0,2 30 мкГн + 5 %
L3, L5	32	ПЭЛ-0,16	5	Диаметр — 3,5; L — 8,0	Феррит резьбовой ГОСТ 19726–74. Отводы от 10-го витка снизу
L4	16				L4 поверх L3
L6	11				L6 поверх L5
L7	15	Вожженая медь	18	Керамика, длина 43 мм	Длина намотки катушки — 20 мм
L8				Дроссель	ДМ 0,2 30 мкГн + 5 %
L9	17	ПЭЛ-0,45	5	Диаметр — 3,5; L — 8,0	Феррит резьбовой ГОСТ 19726–74
L10	10				
L11	12				
L12	32	ПЭЛ-0,16			Внавал
L13	16				Поверх L12
L14	41				Феррит резьбовой ГОСТ 19726–74
Т1	10×4	ПЭЛШО-0,21	К 7×4×2	2 кольца 50ВЧ	4-мя скручен. проводами с шагом 3 мм
Т2	10×3				3-мя скручен. проводами с шагом 3 мм
Т3	60			1 кольцо 50ВЧ	Внавал, отвод от 30-го витка
Т4	10×4	ПЭЛШО-0,24	К 10×5×4	600НН, 1 кольцо	4-мя скручен. проводами с шагом 3 мм
Т5	10×3		К 8×3×2	2 кольца 50ВЧ	3-мя скручен. проводами с шагом 3 мм
Т6					ТН 34-127/220-50. 3 накальные обмотки 6,3 В, 0,9 А, 30 Вт

ми (ТКЕ). Далее производят укладку остальных диапазонов аналогично описанному выше подстройкой конденсаторов С55—С59, С61—С65, а при необходимости и подбором конденсаторов С66—С74. Если использованы конденсаторы с нулевым ТКЕ (хорошие результаты дает и применение конденсаторов типа КСО с буквой Г), то термокомпенсацию на этих диапазонах можно не делать.

Путем подбора номиналов конденсаторов С90, С91 производят необходимую растяжку по диапазонам (согласно положений переключателя SA1.4) так, чтобы запас по перекрытию составлял 10—15 %. Укладку частот по диапазонам ведут согласно табл. 1. Далее настраивают каскад, выполненный на транзисторе VT9 подбором номинала резистора R49 по максимуму сигнала на стоке этого транзистора (форма — правильная синусоида). Делают это так: временно заменяют R49 переменным резистором номиналом 47 кОм (соединительные проводники должны быть минимально возможной длины), настраивают каскад, а затем, измерив величину полученного сопротивления, заменяют его постоянным резистором, близким по номиналу.

Настройку фильтра нижних частот производят вращением сердечников катушек L9, L10, L11 с целью получения равномерной характеристики в полосе частот 7,33—12,668 МГц. Частота среза должна быть 12,72 МГц. Контролируют настройку измерителем АЧХ или осциллографом.

Далее настраивают усилитель/удвоитель (VT10, VT11). Настройку начинают в режиме удвоения на диапазоне 28 МГц подбором номинала резистора R56 до получения на выходе ("Б") максимальной амплитуды сигнала правильной синусоидальной формы. Затем переключают SA1 на диапазон 1,9 МГц, в котором данный каскад работает в режиме усиления. Настройку ведут подбором номинала резистора R57 до получения максимума сигнала на выходе "Б" правильной синусоидальной формы.

Настройка эмиттерного повторителя (VT12) ведется путем подбора номинала резистора R61 до получения на его эмиттере максимума сигнала правильной синусоидальной формы. Если наблюдается неравномерность амплитуды выходного сигнала ГПД, то следует вращением сердечников катушек L9, L10, L11 устранить последнее. Если на выходе ГПД наблюдаются искажения сигнала в виде меандра или амплитуда сигнала выше 4 В (эффективное), то необходимо увеличить номинал резистора R44.

При налаживании системы расстройки (приведена в [8]) движок резистора R12 устанавливают в среднее положение, а подбором номинала резистора R11 производят совпадение частот при включенной и выключенной расстройке. Подстройкой резистора R9 добиваются совпадения частот передачи и приема. Подбором номинала резистора R3 добиваются совпадения частот при включенной системе ЦАПЧ и без нее.

Проверка работоспособности усилителя низкой частоты сводится к контролю напряжения на выводе 12 микросхемы DA1. Оно должно равняться половине напряжения питания. На вход УНЧ подают сигнал частотой 1 кГц и напряжением 20 мВ. Изменяя частоту генератора в звуковом диапазоне, убеждаются в отсутствии заметных искажений сигнала на выходе УНЧ, контролируя осциллографом. Корректируют характеристики в области высоких частот подбором конденсаторов С51, С52, С53. Предварительный УНЧ настраивают, подбирая резистор R25, до получения максимума сигнала на выходе при отсутствии заметных на глаз искажений.

После УНЧ приступают к настройке УПЧ (VT2, VT3, VT4). От ГСС подают сигнал частотой 5,5 МГц и напряжением 10 мВ (не модулированный) на нижний по схеме вывод конденсатора С9 через конденсатор емкостью 5...10 пФ. Далее вращая сердечники катушек L3, L5 по очереди, добиваются максимума сигнала на выходе УНЧ. Кварцевый фильтр должен быть в режиме широкой полосы, резистор R69 — в положении максимального усиления. Вращением сердечника катушки L14 в опорном кварцевом гетеродине добиваются тона выходного сигнала около одного килогерца. Окончательно установку ОКГ и настройку кварцевого фильтра производят после полной настройки приемника. По мере приближения к максимуму показаний на выходе при настройке L3, L5 напряжение генератора на входе следует плавно уменьшать.

Далее сигнал ГСС подают на антенный ввод частотой, соответствующей выбранному диапазону, и, подстраивая конденсатор С4, добиваются максимума сигнала на выходе. При этом движок резистора R4 "УРЧ" должен находиться в положении, соответствующем максимальному усилению (вниз по схеме). На диапазоне 1,9 МГц может потребоваться подбор конденсатора С2.

После этого приступают к настройке кварцевого фильтра. Для этого на антенный вход приемника XW1 подают сигнал от ГСС или с трансивера (верньер трансивера позволяет очень плавно изменять частоту) частотой выбранного диапазона и напряжением 0,3 мкВ. Плавно изменяя частоту приема настраиваемого приемника, снимают показания S-метра и соответствующие ему показания цифровой шкалы и записывают в таблицу. Затем, согласно этой таблице, чертят график АЧХ фильтра. По вертикали откладывают показания S-метра (в относительных единицах), а по горизонтали — частоту через каждые 200 Гц.

По форме АЧХ судят о качестве фильтра. Если в характеристике есть большие неравномерности (затухание более 6 дБ, завалы и горбы) либо малая ширина полосы пропускания (менее 2 кГц), либо неудовлетворительный коэффициент прямоугольности (хуже 1,4 по уровням −80/−3 дБ), то фильтр необходимо подстроить путем поочередного изменения номиналов его конденсаторов. Контроль ведут, анализируя повторные построения графиков АЧХ. Если получить приемлемую АЧХ не удается, то следует заменить кварцы.

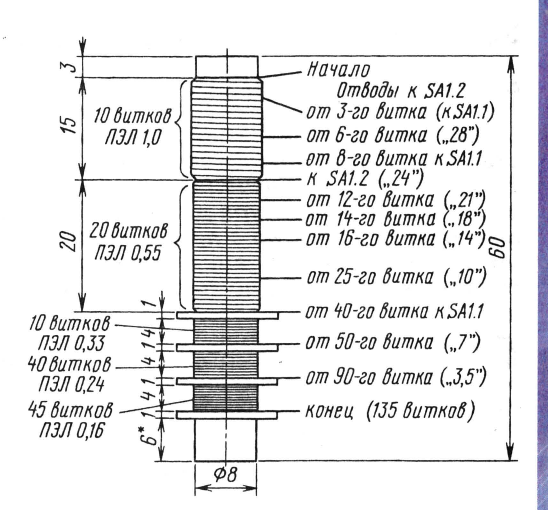


Рис. 2

В режиме узкой полосы (контакты SA4 замкнуты) фильтр настраивают подбором конденсаторов С18, С22, С26, С29, добиваясь сужения полосы. Ширина полосы 0,8 кГц оптимальна для данной схемы построения фильтра. Проще всего настройка фильтра получается с помощью измерителя амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Для просмотра АЧХ фильтра (а также его настройки) можно воспользоваться методом, описанным в [1].

Окончательно частоту опорного кварцевого гетеродина устанавливают после настройки кварцевого фильтра подстройкой L14, за нижним скатом АЧХ. Балансировку SSB-детектора производят путем подстройки резистора R23 по минимуму сигнала ОКГ (5,5 МГц) на резисторе R24, конденсатор С37 при этом необходимо на время процедуры балансировки отсоединить (не забудьте его потом снова подсоединить).

Настройка системы АРУ заключается в подборе номинала конденсатора С120, от которого зависит ее время срабатывания. Подбор этого конденсатора ведут в режиме широкой полосы по наилучшему соответствию движения стрелки прибора РА1 изменениям сигналов и достаточности времени удержания стрелки на максимумах сигналов с целью получения возможности визуального снятия показаний прибора. При этом достигается необходимая плавность изменения коэффициента усиления УПЧ. При зашкаливании прибора РА1 на пиках сигналов необходимо уменьшить номинал резистора R71.

Подбором резистора R74 добиваются необходимого уровня порога срабатывания системы АРУ, а резистора R68 — максимального усиления по ПЧ при установленной ручке R69 в положение максимального усиления. При этом постоянное напряжение на вторых затворах VT1, VT2, VT4 не должно превышать +5 В. Подборкой резистора R70 убирают нерабочий участок резистора R69 (когда при вращении ручки R69 изменения усиления УПЧ не происходит).

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев

Измеритель напряженности поля

Борис Степанов (RU3AX), г. Москва

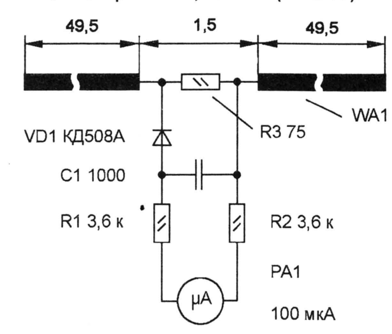
При налаживании аппаратуры и антенн любительской радиостанции нередко возникает необходимость измерить уровень электромагнитного излучения радиочастотного диапазона. Профессиональная аппаратура для подобных измерений редко доступна радиолюбителям, но с приемлемой для практики точностью оценить напряженность электрического поля, создаваемого радиостанцией, удается с помощью несложных самодельных приборов.

В последнее время заметное внимание уделяется мерам ограничения воздействия электромагнитного излучения на человека. Эти вопросы регулируются федеральными санитарными правилами, нормами и гигиеническими нормативами [см., например, 1]. В нашей стране для жилых помещений установлены предельно допустимые уровни напряженности электрического поля 10 В/м (для полосы частот 3...30 МГц) и 3 В/м (30...300 МГц). В ряде европейских стран существуют аналогичные нормы на уровни напряженности электрического поля. Если они, кстати, не превышены, то претензии к передающей радиостанции на помехи другим электронным устройствам (например, аудиоаппаратуре) Администрации связи страны не принимают. В частности, для полосы частот 30...300 МГц этот уровень установлен тоже 3 В/м [2]. Иными словами, если напряженность электрического поля, создаваемая радиопередающим устройством, считается безопасной для человека, то этот уровень обязана "терпеть" и радиоэлектронная бытовая аппаратура. Сказанное подразумевает, что владелец любительской радиостанции должен быть готов к спорным ситуациям и иметь возможность хотя бы грубо оценивать уровни напряженности электрического поля, которые создает в жилых помещениях его радиостанция.

В УКВ диапазонах измерить эти уровни можно с помощью обычного полуволнового диполя. Как известно, напряжение U, наведенное в антенне, равно ее действующей высоте, умноженной на напряженность электрического поля электромагнитной волны. Для полуволнового диполя действующая высота равна λ/π, где λ — длина волны [3]. В любительском УКВ диапазоне 2 метра при напряженности поля 1 В/м напряжение U будет 0,66 В для ненагруженного диполя и 0,33 В при нагрузке резистором с сопротивлением, равным входному сопротивлению диполя (73 Ом). Такие напряжения можно регистрировать уже обычным высокочастотным вольтметром с диодным детектором.

Измеритель получается несложным и не содержащим источника питания. Если высокочастотный вольтметр, подключенный к нагруженному диполю, регистрирует напряжение 1 В (эффективное значение), то отклонение стрелки измерительного прибора на всю шкалу будет как раз соответствовать напряженности электрического поля 3 В/м. "Зашкаливание" индикатора прибора будет свидетельствовать о том, что в данной точке предельно допустимое значение поля превышено.

Схема измерителя напряженности электрического поля для диапазона 2 метра приведена на **рисунке**. Половинки диполя изготовлены из медной проволоки диаметром 2...3 мм. Размеры на рисунке даны в см. Элементы высокочастотного вольтметра размещают на небольшой пластинке из изоляционного материала, к которой крепят и половинки диполя. В высокочастотном вольтметре применен германиевый диод, поскольку кремниевые диоды не подходят для измерения малых ВЧ напряжений. Кроме указанного на схеме диода ГД508А, здесь можно применить ГД507А и Д311. У германиевых диодов других типов (из числа распространенных) эффективность детектирования на частотах выше 30 МГц заметно снижается. Номиналы резисторов R1 и R2 даны для измерительной головки с током полного отклонения 100 мкА и сопротивлением рамки 2,85 кОм (М4247).



Если у радиолюбителя имеется возможность прокалибровать высокочастотный вольтметр (установить верхний предел измерений подбором резисторов R1 и R2, а также снять зависимость показаний вольтметра от приложенного ВЧ напряжения), то по завершении этой процедуры изготовление измерителя напряженности поля заканчивается. Калибровку можно произвести, используя вольтомметр ВК7-9 или ему подобные приборы. При подборе резисторов полезно соблюдать условие R1 = R2 для лучшей симметрии антенны.

Из конструктивных особенностей прибора следует отметить лишь одну. Чтобы уменьшить влияние на измерения тела оператора, и особенно его рук, к антенне с индикатором надо прикрепить небольшую "мачту" (не короче 0,5 м) и держать всю конструкцию на вытянутой руке.

Если же у радиолюбителя нет возможности прокалибровать ВЧ вольтметр измерителя напряженности поля, то можно воспользоваться приведенной ниже методикой. Суммарное сопротивление резисторов R1 и R2 выбирают таким, чтобы вольтметр постоянного тока (эти резисторы и микроамперметр) имел предел измерения напряжения 1 В. Их сопротивление (в кОм) можно рассчитать из соотношения

$$R1 = R2 = (1/i - R)/2,$$

где i — ток полного отклонения прибора РА1, мА; R — его внутреннее сопротивление, кОм.

При этом ВЧ вольтметр будет также иметь предел измерения, близкий к 1 В (эффективное значение), с погрешностью не более 20 % вне зависимости от используемых в вольтметре диодов (из числа названных выше), а шкала такого ВЧ вольтметра будет носить степенной характер с показателем степени $n \sim 1,25$. Подробнее об этом можно прочитать в [4]. Для микроамперметра с током полного отклонения 100 мкА соответствие показаний прибора N и истинных значений ВЧ напряжения U (эффективное значение) приведено в **таблице**. Для микроамперметров с другими значениями тока полного отклонения показатель степени n изменяется (но не сильно, см. [4]).

N	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
U	1	0,92	0,84	0,75	0,66	0,57	0,48	0,38	0,28	0,16

Погрешность измерения ВЧ напряжения таким ВЧ вольтметром (и, следовательно, напряженности электрического поля, создаваемого передатчиком) не будет превышать 30 % вне зависимости от используемого экземпляра диода. Точность невысокая, но для грубых оценок электромагнитной обстановки вполне достаточная.

Структура электромагнитного поля в жилых помещениях может быть весьма неоднородной из-за отражений радиоволн от металлических конструкций и электропроводки. По этой причине индикатор надо перемещать вблизи точки измерений, добиваясь максимума его показаний, а также варьировать его поляризацию.

На более низкие частоты изготовить подобный резонансный измеритель поля нельзя из-за большой длины диполя, но для оценок в КВ диапазонах можно применить и описанный выше, используя его как диполь Герца (очень короткий по сравнению с длиной волны). Действующая высота ненагруженного диполя Герца — l/2, где l — полная длина диполя (в нашем случае — около 1 м). Поэтому, например, в диапазоне 20 метров при напряженности электрического поля 10 В/м наведенное напряжение будет около 5 В. Однако входное сопротивление диполя Герца имеет емкостный характер и велико по абсолютной величине. Резистор R3 образует с этим сопротивлением делитель, значительно уменьшающий напряжение на детекторе. Оно поддается расчету, пользуясь данными из [3] или с помощью программы MMANA, но все же лучше откалибровать измеритель экспериментально на каждом из используемых диапазонов. Сопротивление резистора R3 в этом случае может быть значительно больше.

ЛИТЕРАТУРА

1. **http://www.cqham.ru/ftp2/55output.txt**.
2. **Edwin David.** Ideas from abroad (Eurotek). — Radio Communication, 1996, November, p. 55.
3. **Мейнке Х., Гундлах Ф.** Радиотехнический справочник. — М-Л.: Госэнергоиздат, 1961, т. 1.
4. **Степанов Б.** Измерение малых ВЧ напряжений. — Радио, 1980, № 7, с. 55, 56; № 12, с. 28 (Возвращаясь к напечатанному).

Редактор — В. Поляков, графика — автора

Радиоэлектронной борьбе — 100 лет

А. БОЛКУНОВ, В. КОРОВИН, С. КОСЕНКО, г. Воронеж

Появление и развитие средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ) непосредственно связано с первыми опытами использования радиосвязи в управлении войсками и оружием в армиях Европы в начале прошлого века. При этом на протяжении длительного времени основные задачи РЭБ оставались практически неизменными и сводились, с одной стороны, к нарушению управления войсками и оружием противника, а с другой — к защите своей системы управления и связи. Об истории развития РЭБ рассказывают сотрудники воронежского Военного института радиоэлектроники.

15 апреля 1904 г. во время обстрела японскими крейсерами внутреннего рейда г. Порт-Артура русский броненосец "Победа" сорвал корректировку огня японских кораблей, создавая умышленные помехи своей радиостанцией. Эта дата и стала официальным днем рождения радиоэлектронной борьбы в России.

Дальнейшее развитие РЭБ проходило не всегда гладко. В первую мировую войну достаточно широко использовался радиоперехват сообщений в линиях связи противоборствующих войск, а помехи радиосвязи воюющими сторонами использовались ограниченно. Именно поэтому для борьбы с радиоперехватом противника русское командование в 1914 г. ввело на Западном фронте шифрование своих радиопередач. В этот же период радиосвязь стала использоваться и для дезинформации противника. Первоначально для постановки помех использовались обычные связные радиостанции.

С 1922-го по 1940 гг. развивается не только радиосвязь — в военное дело внедряются радиопеленгация, радионавигация, радиотелеуправление и радиолокация. Это, в свою очередь, привело к развитию техники и методов противодействия радиоэлектронным средствам на поле боя практически во всех развитых государствах Европы. В Советском Союзе разработкой методов и средств создания радиопомех радиосвязи и радиотелеуправлению начали заниматься только в предвоенные годы (примерно с 1936 г.) в Научно-исследовательском институте телемеханики и в Центральном научно-исследовательском испытательном институте связи РККА. Именно в эти годы для противодействия средствам радиоуправления были разработаны специальные шумовые станции помех УКВ и СВ диапазонов "Шторм" и "Шторм-2", а для создания помех радиосвязи в КВ диапазоне — станция помех "Гром".

В Великую Отечественную войну наша армия вступила, имея на вооружении войск связи Ленинградского, Западного и ряда других фронтов не более двух десятков станций помех "Шторм", "Шторм-2" и "Гром". Эти станции использовались по инициативе наиболее опытных и дальновидных командиров в 1941 г. под Москвой, на Ленинградском фронте и в 1942 г. на Сталинградском фронте для нарушения работы сетей и направлений радиосвязи немецко-фашистских войск. Руководство Красной Армии, проанализировав эффективность применения средств помех, пришло к выводу о необходимости объединения усилий по их централизованному использованию на наиболее важных участках фронтов и армий. Поэтому постановлением Государственного Комитета обороны от 16 декабря 1942 г. была создана "Специальная служба по противодействию немецким радиостанциям на поле боя". Этот день принято считать днем создания органов управления и частей РЭБ. В декабре 1942 г. командованием Советской Армии был издан приказ о создании специальных наземных частей радиопомех. В конце 1942 г. — начале 1943 г. были сформированы 130, 131 и 132, а в марте 1944 г. — 226 отдельных радиодивизионов (ОРДН) "Спецназ". Их первыми командирами были назначены соответственно капитан В.Г. Лукачер, майоры В.А. Петров, А.К. Бушуев и И.А. Константинов.

Общее руководство этими частями было возложено на специальную группу радиопомех, созданную в Разведывательном управлении Генерального штаба под руководством полковника М.И. Рогаткина, а непосредственное руководство возлагалось на начальников разведотделов тех фронтов, которым придавались части "Спецназ".

На вооружении отдельного радиодивизиона "Спецназ" имелось 8—10 автомобильных радиостанций РАФ-КВ и РСБ-Ф с приставками для создания радиопомех; 18—20 разведывательных радиоприемников "Вираж" или "Чайка" и 4 радиопеленгатора. В 130, 131, 132 ОРДН имелись также вагонные станции радиопомех "Пчела". Для создания имитационных радиопомех и радиодезинформации командования вооруженных сил Германии и ее союзников в ряде случаев использовались трофейные радиостанции.

Созданные в годы Великой Отечественной войны специальные части РЭБ с 1943 г. и до завершения разгрома немецко-фашистских войск успешно подавляли радиосвязь противника во всех основных операциях и сражениях. Плененный советскими войсками начальник связи гарнизона и крепости Бреславль подполковник Виттенберг признавал: "Русские беспрерывно срывали нам радиосвязь. Из-за радиопомех мы вынуждены были переходить на другие радиоволны, но нас обнаруживали и подвергали забивке. Радиопомехи задерживали передачу радиограмм на три и более часов".

Известно, что главная радиостанция Кенигсберга в течение суток пыталась последовательно вести радиопередачи на 43 частотах, и все же она была успешно подавлена, а управление окруженной группировкой гитлеровских



Курсанты Сорокин С. А.(слева) и Галкин С. А. ведут учебно-боевую работу на автоматизированном командном пункте батальона.

войск практически полностью дезорганизовано.

За успехи в создании эффективных радиопомех в операциях Великой Отечественной войны 130 и 131 ОРДН "Спецназ" были награждены орденами Красной Звезды, а за особые успехи в срыве управления войсками окруженных группировок под Глогау и Бреславлем 132 ОРДН "Спецназ" был награжден орденом Богдана Хмельницкого. За создание особо эффективных помех, приведших к срыву управления войсками окруженной группировки в Кенигсберге, 131 ОРДН "Спецназ" было присвоено почетное звание "Кенигсбергский".

Особенно интенсивно во второй мировой войне велась радиоэлектронная борьба с радиолокационными средствами (РЛС) противника в интересах обеспечения действий авиации. Наиболее распространенным средством борьбы тогда являлись пассивные помехи — сбрасываемые с самолетов ленты из алюминиевой фольги (дипольные отражатели). При их массированном применении на экранах видеоконтрольных устройств РЛС создавались большого размера световые полосы, в которых скрывались отметки о самолетах. Это привело к тому, что система противовоздушной обороны оказалась практически полностью дезинформированной. Так, например, в 1943 г. при налете на Гамбург англичане сбросили 275 миллионов пачек дипольных отражателей по 2 тысячи лент фольги в каждой, что создало сложную воздушную обстановку и обеспечило им минимальные потери самолетов.

Всего за вторую мировую войну союзники сбросили над территорией Германии 20 тысяч тонн дипольных отражателей. В 1944 г., исходя из опыта англо-американских ВВС, в НИИ спецслужб ВВС Красной Армии были проведены испытания радиоотражателей, изготовленных на Московской обойной фабрике из металлизированной бумаги для диапазона волн 50—60 см. Затем они поступили на снабжение дальней авиации.

Весь комплекс мероприятий по созданию активных и пассивных помех РЛС значительно сокращали потери самолетов дальней авиации и повышали эффективность их действия.

После окончания Великой Отечественной войны отдельные радиодивизионы "Спецназ" были расформированы. Вновь специальные части РЭБ были созданы только в 50-х годах.

В декабре 1950 г. был издан приказ министра обороны СССР "О создании службы радиомешания средствам радиолокации, радионавигации, радиотелеуправления и радиосвязи противника и борьбы с радиопомехами" и сразу возник вопрос о техническом оснащении частей и подразделений радиопротиводействия. В короткие сроки научными организациями и военной промышленностью были созданы и поставлены в войска: уголковые и дипольные отражатели различных типов; станции разведки и помех для защиты самолетов (СПС-1, СПС-2, СПС-3) и кораблей ("Коралл" и "Краб"); станции помех радиосвязи Р-325 и Р-330 и др.



На автоматизированной станции помех курсанты Гришмин М. Н. (справа) и Волков А. А. отрабатывают нормативы по специальной подготовке.

К выводу о необходимости скорейшего совершенствования техники радиоэлектронной борьбы и углубления фундаментальных исследований в этой области пришли специалисты и политики других развитых государств. Так, в войне во Вьетнаме (1954—1973 гг.) американцы первоначально применяли свою авиацию без достаточного количества средств РЭБ, полностью полагаясь на мощь своего оружия. Однако напряженность боевых действий год от года увеличивалась и, вместе с этим, увеличивалась интенсивность применения сил и средств РЭБ. Начиная с 1966 г. и до конца войны (январь 1973 г.) американская авиация уже в массовом масштабе комплексно применяла средства радиопомех. В войнах на Ближнем Востоке между Израилем и Сирией, Египтом РЭБ велась авиацией, силами ПВО и сухопутными войсками обеих воюющих сторон.

Высокая эффективность применения средств РЭБ в этих войнах способствовала созданию в Советской Армии новых образцов техники радиоэлектронного подавления, формированию новых воинских частей и органов управления РЭБ.

В настоящее время Министерство обороны РФ и Генеральный штаб Вооруженных Сил РФ основные усилия направляют на разработку и производство наиболее перспективных средств РЭБ, в том числе работающих на новых физических принципах. Сформирована устойчивая и слаженно работающая кооперация научно-исследовательских организаций, конструкторских бюро, предприятий оборонной промышленности, способная в короткие сроки проводить модернизацию средств и комплексов РЭБ, стоящих на вооружении Российской Армии, создавать образцы техники РЭБ нового поколения с повышенными мобильностью и живучестью.

Опыт применения средств РЭБ в локальных войнах и конфликтах показал, что боевые возможности Сухопутных войск могут быть повышены в 1,5 раза, потери авиации могут быть снижены в 4—6 раз, а кораблей — в 2—3 раза. При этом стоимость новой техники РЭБ составляет 5—8 процентов от стоимости основных видов вооружения и военной техники.

С 1981 г. подготовка офицеров-специалистов РЭБ осуществляется в головном вузе данного профиля — в Военном институте радиоэлектроники (г. Воронеж). Институт располагает современной учебно-материальной базой, всем необходимым для подготовки и переподготовки офицеров с высшим профессиональным образованием. Он имеет научно-педагогические и научные кадры высшей квалификации, проводит фундаментальные и прикладные научные исследования. Образовательная деятельность в институте строится на основе Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности "Средства радиоэлектронной борьбы".

Институт имеет высокий научный потенциал. По этому показателю он входит в десятку лучших вузов Министерства обороны РФ. Обучением и воспитанием курсантов занимаются опытные командиры и преподаватели, имеющие опыт ведения боевых действий, значительный педагогический стаж, ученые степени и ученые звания.

Курсанты института являются неоднократными победителями и призерами всероссийских, областных, городских смотров — конкурсов студенческих работ, олимпиад в области гуманитарных, социально-экономических, военных, технических и естественных наук.

Редактор — Б. Степанов, фото — авторы